

ZEITSCHRIFT
für
Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie)
und
Pflanzenschutz

mit besonderer Berücksichtigung der Krankheiten
von landwirtschaftlichen, forstlichen und gärtnerischen Kulturpflanzen.

43. Jahrgang.

Juni 1933

Heft 6.

Originalabhandlungen.

Studien über Symbiose und Disposition für Parasitenbefall sowie über Vererbung pathologischer Eigenschaften unserer Holzpflanzen.

II.

Dispositionsfragen für den Befall der Bäume durch Pilze und Käfer.

Von Professor von Tubeuf

unter Mitwirkung von Hilfskräften¹⁾, welche die Messungen
auszuführen hatten.

Die vorliegende Abhandlung bildet den zweiten Beitrag zu der in dieser Zeitschrift begonnenen Artikelserie, welche unter dem Titel „Studien über Symbiose und über Disposition für Parasitenbefall sowie über Vererbung pathologischer Eigenschaften unserer Holzpflanzen“ begonnen hat. Die erste Veröffentlichung erschien in Heft 5, Jahrgang 1933 der Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten unter dem Titel: „Problem der Hexenbesen“. Mit 60 Abbildungen von Professor von Tubeuf. Diese Arbeit wurde wesentlich durch die Reichsspende gefördert, für welche wir in der Arbeit selbst unseren Dank ausgesprochen haben.

Auch die zweite Arbeit wurde durch diese Reichsspende ermöglicht. Außerdem hat die bayerische Ministerialforstabteilung zur Fortführung dieser Forschung einen Forstassessor zur Verfügung gestellt. Wir sprechen dem Chef der bayer. Forstverwaltung, Herrn Staatsrat Mantel, den ganz ergebenen Dank für diese wertvolle Unterstützung aus.

¹⁾ Diese werden bei den einzelnen Arbeiten genannt werden.

Einleitung.

Dispositionsfragen ziehen sich wie ein roter Faden durch meine Forschungen hindurch. Es sei daher ein kurzer Rückblick hier erlaubt, um zu zeigen, daß in diesen Untersuchungen ein einheitliches Bestreben liegt und daß auch schon lange ein Vorhaben, die Disposition der Bäume für Parasitenbefall zu studieren, bestand. Den Schädlingen bieten lebende Bäume Nahrung, Wohnung und Brutstätte, und es gehören zu diesen auch unsere Waldbäume. Es ließ sich nicht vermeiden, auch die Disposition der Bäume für Käferbefall einmal experimentell in Angriff zu nehmen.

Bei allen parasitären oder gar den harmloser symbiontischen Verhältnissen handelt es sich um das Zusammenleben von Wirt und Gast, wobei zweierlei Pflanzen oder zweierlei Tiere oder Tiere mit Pflanzen in engere Beziehung treten; dabei wird der eine der Gebende, der andere der, oft mit mehr oder weniger Gewalt, Nehmende sein. Es wird sich hier immer gleichzeitig um botanische wie um zoologische Probleme handeln.

Gerade solche Grenzgebiete zwischen der Botanik und der Entomologie sind deshalb besonders lohnend. Die Scheu von manchen Entomologen vor der Botanik ist mehr zu bedauern als das Interesse mancher Botaniker für die Tierwelt, welche von der Pflanzenwelt so ganz und gar abhängig ist und vielfach auch mit ihr in friedlicher Symbiose zusammenwirkt.

Rückblick auf meine früheren Dispositionsforschungen.

1. Dispositionsfragen beim Getreidebrand.

In meiner Berliner Zeit (1898 bis April 1902) begann ich neben organisatorischer Tätigkeit und vielerlei kleineren Untersuchungen 2 größere Arbeiten durchzuführen, von denen die eine mehr landwirtschaftliches, die andere mehr forstliches Interesse hat. Die erstere trug den Titel: „Studien über die **Brandkrankheiten des Getreides** und ihre Bekämpfung¹⁾. Ihr folgten „Weitere Beiträge zur Kenntnis der Brandkrankheiten des Getreides und ihrer Bekämpfung in Heft 3, Bd. II, 1902.

Dieses Thema war noch nicht in so umfangreicher und vielseitiger Weise vorher bearbeitet und auf eigenen Untersuchungen aufgebaut worden. Die Untersuchungen über den Steinbrand des Weizens hatten die Dispositionsverhältnisse zahlreicher Weizensorten klargelegt und erstmalig exakt bewiesen, daß sich die Weizensorten von fast völliger Immunität bis zum höchsten Grad der Disposition unterscheiden, eine Feststellung, die sofort von vielen Forschungsanstalten mit großem Interesse geprüft, bestätigt und erweitert wurde.

¹⁾ Arbeiten aus der Biologischen Abt. für Land- und Forstwirtschaft am K. Gesundheitsamte. Band 2, Heft 2. Berlin 1901.

Schließlich führten diese Brandstudien auch dazu, daß ich aus einer schwäbischen Landweizensorte (Population) eine immune Linie herauszüchtete, die nur sehr geringe äußere Verschiedenheit (schwache Farbendifferenz vor der Reife) von der nicht immunen Linie derselben Sorte zeigte.¹⁾ Ferner gab ich in einem reich und neuillustrierten Belehrungshefte einen Überblick auch über die anderen Getreidebrandarten. Zum Schulgebrauch erschienen hiezu 2 große farbige Wandtafeln bei E. Ulmer, Stuttgart.

2. Dispositionsfragen bei der Kieferschütte.

Die zweite Arbeit betraf die **Schüttekrankheit der Kiefer** und erschien unter dem Titel: „Studien über die Schüttekrankheit der Kiefer“. Mit den Grundlagen zu einer Monographie der Kieferschütte. Mit 7 Tafeln und zahlreichen Figuren im Texte. Verlag P. Parey u. J. Springer. Berlin 1901. (Sowohl separat im Buchhandel erschienen als auch im Band II Heft 1 der Arbeiten aus der Biolog. Abt. für Land- und Forstwirtschaft am Kaiserlichen Gesundheitsamte aufgenommen.) —.

Sie wurde ergänzt in Band II, Heft 2 der Arbeiten aus der Biol. Abteilung für Land- und Forstw. am Kaiserl. Gesundheitsamte in Berlin 1901 durch eine Arbeit: „Weitere Mitteilungen über die Schüttekrankheit der Kiefer“.

Diesen größeren Untersuchungen war eine andere Schütte-Arbeit²⁾ schon vor meiner Berliner Zeit in München und Bernau über die Düngung der Kiefer auf Hochmoor und die Wirkung einseitiger Düngung als Disposition für Schütteebefall vorangegangen. Sie wurde nach der Berliner Zeit wieder aufgegriffen und durchgeführt³⁾.

Die Frage nach der Disposition der Kiefernadeln junger Pflanzen wie alter Bäume gegenüber dem Schüttepilz glaube ich gleichfalls genügend geklärt zu haben.

In einem Artikel „Schüttekrankheit der Kiefer“ in meiner Naturwissenschaftl. Zeitschr. f. Forst- und Landwirtschaft, 1913, 11. Jahrg., Heft 8, S. 369—396 ließ ich zur Zurückweisung eines Angriffes von dem preußischen Oberförster Haak³⁾ (im Kriege leider gefallen!) eine Zusammenfassung der von mir bearbeiteten und beantworteten wichtigsten Fragen der Schütteforschung, die ich als Kardinalfragen bezeichnete, folgen. Den Abschnitt l. c. S. 373, welcher die Disposition betrifft, bringe ich zum teilweisen Abdruck:

¹⁾ Tubeuf, Züchtung brandfester Weizen. Naturw. Z. für Forst- und Landwirtschaft, 18. Jahrg. 1920, S. 290—312.

²⁾ Tubeuf: Düngungsversuch zu Kiefern auf Hochmoor mit 3 Abb. Naturwiss. Zeitschr. für Forst- und Landwirtschaft, 1908, S. 395—408.

³⁾ Der Schüttepilz der Kiefer. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen, 1911, S. 329.

„Ich mache von dem Infektionsvorgange mir folgende Vorstellung: Das *Lophodermium Pinastri*, welches an *Pinus silvestris*, *montana*, *Laricio*, *Cembra* vorkommt und genauer bekannt ist, befällt, wie ich früher schon zeigte, im Naturwalde die langsam auslebenden Nadeln. Diese sind ausgewachsen und werden in unverletztem Zustande von der Pflanze mit dem ganzen Kurztriebe abgestoßen. Solche Nadeln haben also noch nicht Risse und Sprünge als Eingangsporten für beliebige Saprophyten. Solche Nadeln sind nicht durch Trockenheit vor dem Befall durch den Schütteepilz gesichert. Durch Trockenheit sind Nadeln vor ihm gesichert, wenn ein Zweig plötzlich abbricht und gleich vertrocknet. Ich habe durch mehrfache Versuche dargetan, daß gesund abgeschnittene Zweige, deren Nadeln schnell abtrockneten, vom Schütteepilz nicht befallen wurden. Die langsam auslebenden Nadeln sind aber langsam vertrocknende Nadeln, die vor dem Befall durch den Schütteepilz auch nicht durch vollen Turgor geschützt sind. Schon vor 12¹⁾ Jahren habe ich darauf hingewiesen, daß die Disposition für den Befall durch den Schütteepilz wohl in der Welkheit der Nadeln zu suchen sei. Damit war eine **Kardinalfrage** aufgeworfen. Was mich zu meiner Auffassung veranlaßt, ist meine frühere Beobachtung, daß die Nadeln langsam abwelkender Sprosse oft sämtlich infiziert sind, daß die vom Schütteepilz so oft befallenen Altholznadeln naturgemäß langsam abwelken, daß schnell abtrocknende Nadeln nicht befallen werden und daß meine im Freien angestellten Infektionsversuche, wie schon die alten Versuche von Tursky regelmäßigen Erfolg hatten, daß aber alle Versuche auf Pflanzen, die auf dem Erdboden im Glashause durch fleißiges Spritzen feucht und in feuchter Luft, also unter vollem Turgor blieben, nicht infiziert werden konnten.

Desgleichen erkrankten die mit Schüttenadeln belegten Pflanzen nicht, wenn sie unter Glasglocken gehalten wurden, weder im Hause noch im Pflanzgarten. Demnach war es also bisher nicht möglich, turgeszente Nadeln zu infizieren.

Wenn meine Annahmen richtig sind, dann erklärt es sich, warum die *Lophodermium*-Infektionen im Naturwald harmlos waren, denn sie betrafen nur die natürlich auslebenden, langsam abwelkenden, im normalen Turnus abzustoßenden Nadeln, ferner die Nadeln der gelegentlich geknickten, aber der Wasserzufuhr nicht ganz beraubten Zweige, dann die Nadeln der kranken Bäume, die von Wurzelpilzen befallen waren oder deren Wurzeln zum Teil vom Sturmwind zerrissen waren oder die von ihm umgedrückt wurden, dieselben Bäume also, die auch wegen mangelnden Turgors in der Rinde für den Borken-

¹⁾ Nachträgliche Anmerkung: Heute sind es 32 Jahre. Tubeuf.

käfer und die wegen mangelnden Wasserdruckes und hiedurch herbeigeführten relativ größeren Luftreichtums für die Holz zersetzenden Baumpilze disponiert sind.¹⁾

Der Welkezustand kann bestehen, ohne daß man das von außen sieht. Gehen doch auch Borkenkäfer gefällte Stämme an, die erst kurze Zeit liegen und äußerlich und selbst beim Durchschneiden der Rinde einen frischen Eindruck machen. Der Borkenkäfer merkt es aber bald, ob die Rinde unter vollem Turgor steht, weil dann das Wasser hervorquillt und ihn ersäuft und die prallen Harzkanalzellen das Harz auspressen und ihn ersticken, sobald er einen Harzkanal angeschnitten hat. Die Borkenkäfer gehen auch in Trockenzeiten gesunde Bäume an, wenn der Rindenturgor fehlt. Wenn aber dann der Turgor wiederkehrt, werden sie oft im Harze erstickt. Man findet dann, wie ich früher zeigte, bei mikroskopischer Untersuchung verharzte Borkenkäferköpfe in der Rinde wie Bernsteineinschlüsse. Einen Baum mit vollem Turgor befallen die Borkenkäfer zumeist nicht. Sie folgen daher so oft den Stürmen (wie auch bei der bekannten Borkenkäferkalamität im Böhmerwalde anfangs der 70er Jahre). Der Sturm lockert die Wurzeln, zerreißt auch Wurzeln und schafft auf diese Weise Bäume mit mangelndem Turgordruck. Diese fällt der Borkenkäfer an“

Ich sagte weiter schon damals: „Es steht dahin, ob man den Zustand des Absterbens oder Welkens in Mitte der Vegetationszeit bei den zum natürlichen Abfall kommenden und bei den Nadeln der geschilderten, unterdrückten und wurzelkranken Pflanzen ebenso wie den Jugendzustand als besonders zur Infektion disponiert betrachten will“.

Eine Erklärung finde ich darin, daß die Jugendnadeln leichter welken und daß die jungen, noch nicht tief wurzelnden Pflänzchen auf der sonnigen Kahlfäche besonders im durchlässigen, dünnen Sandboden leichter in den welken Zustand kommen und den Turgor ihrer Zellen verlieren. Besonders wurde meine Annahme noch gestützt durch eine spezielle Beobachtung des in dieser Zeitschrift S. 408 und S. 529, Jahrgang 1910, beschriebenen Absterbens von Kiefernpartien, deren Wurzeln auf undurchlässigen Grund gekommen waren. Ein bei Fällungen dieser Kiefern umgestürzter Baum zeigte fast die ganze Benadelung mit Apothecien des Schütteipilzes besetzt. Ein oberflächliches Urteil hätte hier gewiß diesen Pilz für die ganze Kalamität ver-

¹⁾ Vergl.: Tubeuf, Beitrag zur Kenntnis des Hausschwammes im Zentralbl. für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten, II. Abt. IX. Bd., 1902, S. 133, ferner Düngungsversuch zu Kiefern auf Hochmoor, naturw. Zeitschr. für Land- und Forstwirtschaft 1908. S. 406, und Münch daselbst, „Die Blaufäule des Nadelholzes“, diese Zeitschr. 1908, S. 36ff., und über Immunität und Krankheitsempfänglichkeit der Holzpflanzen, daselbst 1909, S. 54, 87, 129.

antwortlich gemacht. Die Bäume aber, welche noch standen und turgeszente Nadeln hatten und diejenigen, welche infolge der Fällung schnell abtrocknen konnten, zeigten einen solchen Apotheciumbesatz nicht.

Es war offenbar nur die eine langsam abtrocknende Stange, welche für den Befall voll disponiert war.

Im Naturwald macht also das *Lophodermium* nur den langsam Sterbenden den Garaus. Gefährlich wurde das *Lophodermium Pinastris* erst mit der Kultur, d. h. richtiger mit dem Abweichen von der Natur.

Das *Lophodermium Pinastris* existierte immer im Naturwald und existiert heute noch in verhältnismäßiger Harmlosigkeit in dem Naturwald der *Pinus montana* und *Pinus Cembra* und jedenfalls auch im Naturwald der gemeinen Kiefer, wo ein solcher noch zu finden ist.

Es hatte ursprünglich nicht die „Schütte“-Krankheit verursacht. Die „Schüttekrankheit“ ist besonders als eine Folge der Kahlschlagwirtschaft und des Pflanzgarten-Betriebes entstanden. Erst diese uniformen Kulturen auf ungeschützten Flächen schufen die Dispositionszustände für Masseninfektion. Und diese Masseninfektion wurde bewirkt durch die Anhäufung gleichartiger Kiefernpflanzen, durch die Schaffung gleichzeitiger Disposition dieser Massen auf engem Raum zusammengedrängter, schutzlos preisgegebener Pflanzen und durch die Anhäufung von Infektionsstoff. Auf solche Verhältnisse habe ich schon in meinen „Pflanzenkrankheiten“ 1895 hingewiesen. Eine **Kardinalfrage** blieb nur, wann die Infektion der jungen Kulturkiefern erfolgt und welche Beziehungen zwischen dem Vorhandensein des Infektionsstoffes und der Disposition der Kiefernpflanzen bestünden.

Durch meine Untersuchungen war bewiesen, daß Primärinfektionen jederzeit eintreten können, da im Walde immer Infektionsstoff vorhanden ist, der vom Winde vertragen, über die Kulturen verbreitet werden kann. Wenn nach Kahlschlägen von Altholzbeständen die Aufforstung mit Kiefernfaat erfolgt, tritt auch tatsächlich die Schütte auf, welche nur dem Infektionsstoff des Altholzes ihre Entstehung verdanken kann. Ich wies darauf hin, daß sowohl kranke Nadeln vom Altholze als auch Sporen aus dem Altholze vom Winde verweht werden. Die Sporen müssen von der Streu in das Kronendach der Kiefern fliegen, also können sie auch über die Kulturen schweben. Und daß sie das tun, bewiesen schon die früheren Experimente Hartigs. Ich nenne diesen Vorgang eine Primär-Infektion. Wenn eine Kultur durch eine solche infiziert und erkrankt ist, dann schafft sie durch Abwurf der erkrankten Nadeln das Material für die Sekundär-Infektion.

Ich habe schon früher gezeigt, daß auf dem Material der Kulturen die Sporen speziell in Bernau am 16. Juli noch nicht abgeworfen waren!

Damit war genügend bewiesen, daß um diese Zeit Infektionsstoff in den Kulturen vorhanden ist, und Stein fand schon im Jahre 1858 von Anfang Juni bis Ende August ständig reife Früchte des Schüttepilzes auf den abgefallenen Nadeln! Der Zeitpunkt, wann die Kulturen infiziert werden, war durch indirekte Versuche bekannt. Durch die Bespritzung mit Kupfermitteln hatte man die Zeit von Mitte Juli bis Mitte oder Ende August als die richtige Abwehrzeit ermittelt. Hieraus ergab sich, daß die Infektion zu dieser Zeit bei nicht geschützten Pflanzen — mit Variation je nach den Wetterverhältnissen — eintreten müsse.“

3. Dispositionsstudien bei den Misteln, *Viscum album* und *Viscum cruciatum*.

Schon im Jahre 1889¹⁾ unterschied ich nach 1887 gemachten Studien innerhalb unserer nordischen Mistelart, *Viscum album* „3 adaptierte Formen“, wie man sie erst später als biologische Spezies, Schwesterarten, Gewohnheitsrassen, physiologische Rassen bei den parasitären Pilzen unterschied. Diese 3 physiologischen Rassen konnte ich durch jahrelange Studien bei der Mistel beibehalten und durch zahllose Infektionsreihen näher beleuchten. Damit sind die Dispositionsverhältnisse für die meisten Holzarten gegenüber dem Mistelbefall aufgeklärt worden.

Aufspaltung weiterer Rassen, etwa mit Anpassung an nur eine Wirtart oder einen kleinen Kreis von Wirten, wie man sie jetzt bei parasitären Pilzen feststellt, haben sich nicht ergeben.

4. Dispositionsfragen beim Befall der Bäume durch holzbewohnende Pilze.

In gleicher Richtung der Dispositionsforschung lag eine andere Arbeit, die ich gleichfalls auf dem Chiemseemoor begonnen hatte. Sie galt der Feststellung, ob die Baumpilze zum Befall lebender Bäume eine Disposition benötigen und ob diese Disposition in dem Eindringen genügender Luftmenge in die Wunden bedingt sei, d. h. ob sie durch Mangel an Luft (also Sauerstoff), durch ein Übermaß von Wasser am Gedeihen gehindert würden. In Berlin-Dahlem stellte ich das schon 1901/02 durch Infektionen mit Hausschwammkulturen noch tatsächlich fest²⁾. Nach München zurückgekehrt, befestigte sich meine Annahme bei den hier fortgeführten Hausschwammforschungen durch die Fest-

¹⁾ Tubeuf, Botan. Centralbl. 1889.

Tubeuf, Monographie der Mistel. Verlag R. Oldenbourg, München 1923.

²⁾ Tubeuf, Beitrag zur Kenntnis des Hausschwammes. Zentralbl. für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten. II. Abt., IX. Bd., 1902, S. 133.

stellung eines hohen Luftbedürfnisses des *Merulius*. Nasse Brettchen waren niemals infizierbar, sondern nur feuchte mit genügendem Luft- und Feuchtigkeitsgrade boten ihm gute Wuchsbedingungen, was übrigens auch die Kulturen Hartigs schon gezeigt hatten. Auch auf Flüssigkeiten machen die Holzpilze nur dünne Decken an der Oberfläche.

Im Frühjahr 1902, also kurz nach meiner Übersiedelung nach München, veröffentlichte ich meine Berliner Hausschwammbeobachtungen und die Entdeckung von Gemmen¹⁾.

In dieser kleinen Publikation erörterte ich schon die Frage, ob der Hausschwamm imstande ist, lebende Pflanzen zu befallen. Ich sagte damals: „Daß der Hausschwamm lebende Kartoffelknollen nicht angeht, hat schon Hartig nachgewiesen; wir haben das bestätigt. Praktisch wichtig ist es zu wissen, ob er lebende Waldbäume befallen kann. S. 133 l. c. heißt es weiter:

„An alten Stämmen wäre es sehr wohl denkbar, daß der Hausschwamm — auch wenn er den Splint nicht angriffe — das vollständig tote Kernholz z. B. von der Kiefer befallen würde. Er hätte hierin allerdings sehr wenig Stickstoffnahrung, da die Markstrahlzellen entleert sind. Im Splint würde ihm das Wachsen in den toten Tracheiden ebenfalls leicht sein — wenn wir ihn als reinen Saprophyten betrachteten; allein auch hier würde ihm der Stickstoff mangeln. Es ist daraus zu schließen, daß er nur dann im lebenden Stamme wachsen kann, wenn er als Parasit die Parenchymzellen des Splintes töten und ihres Stickstoffinhaltes berauben kann.

Ob er im lebenden Baume leben kann, ist außerdem abhängig von seinem Sauerstoffbedürfnis.

Die Versuche an lebenden Bäumen im Freien mir vorbehaltend, habe ich nun lebende Fichten, Tannen und Föhrenpflanzen mehrjährigen Alters in Blumentöpfen und unter Glasglocke mit Hausschwamm so infiziert, daß die Stämmchen angeschnitten und an dieser Stelle mit Brettchen voll lebenden Hausschwammes in direkte Berührung gebracht wurden. Außerdem machte ich eine Reihe von Stecklingen von Pappeln und Weiden und legte über die obere Schnittfläche der in geschlossenem Glase in feuchtem Sande stehenden Stecklinge Brettchen mit wucherndem Schwamm auf.

Ein positiver Infektionserfolg war auf diese Weise nicht zu erzielen. Um aber sicher zu sein, dürfte es sich empfehlen, die Versuche zu wiederholen.

Da der Hausschwamm nach meinen Beobachtungen frisch gefällttes, Wasser gesättigtes Holz nicht gleich anzugreifen vermag und bei allen

¹⁾ Tubeuf, Beitrag zur Kenntnis des Hausschwammes, *Merulius lacrymans*. Centralbl. f. Bakteriologie, Parasitenkunde u. Infektionskrankheiten, IX. Bd., 1902, S. 127—135.

Kulturen auf Agar oder Gelatine ganz oberflächlich wächst, ist zu vermuten, daß er in lebenden Stämmen seine vollen Existenzbedingungen nicht findet. Es dürfte ihm an der nötigen Luft im Innern eines lebenden Stammes fehlen und ihm außerdem die Fähigkeit das Parenchym zu töten und seines Stickstoffgehaltes zu berauben, nicht zukommen. So erklärt sich wohl auch die große Seltenheit seines Vorkommens im Walde, wo er nur wenige Male und nur an totem Holze gefunden wurde.“

Ich führte nun auch Infektionen in stehende Bäume auf einer mir überwiesenen Moorfläche in Bernau in Bohrlöcher aus.

Als ich sie später revidieren wollte, hatte ein Assistent der damaligen Moorkulturstation die Bäume gefällt und als Zaunpfosten verwendet. Da meine Versuchsfläche nicht umzäunt war, hatte er nicht geahnt, in der Wildnis Schaden zu machen. Dieser Herr, Dr. Bauer, lebt in Norddeutschland und wird sich meines damaligen Schreckens noch erinnern. Ich habe ihm nichts verübelt¹⁾, doch wiederholte ich die Versuche nicht, da ich mich unterdessen anderen Aufgaben zugewendet hatte. —

Spätere Schwamm- und Imprägnierungsversuche auf meinem Moorversuchsfelde bei Bernau am Chiemsee in einer besonderen Hütte mit Keller brach ich auch ab, da das Bauamt durch die Ministerien Einspruch erhob wegen der Gefahr für die unterdessen erstellten Holzgebäude der damaligen Moorkulturanstalt und der im Bau begriffenen Holzbaracken der Laufener Gefangenen-Anstalt. Ich verbrannte mein ganzes Versuchsmaterial¹⁾.

Daß der Zimmermann dieser Bauten seit langen Jahren den Hausschwamm im eigenen Hause hatte, blieb den damaligen Baubehörden unbekannt, obwohl sich so ängstliche Gemüter auch vor solchen Gefahren hätten vorsehen müssen. Da Dezennien seither verflossen sind, die ganze schöne Moorkulturanstalt aufgegeben ist und die Gefangenen in einem großen Steinbau im Moore wohnen, kann ich ja, ohne jemand zu treffen, diese kleine Satire preisgeben; sie zeigt, welchen Gefahren wissenschaftliche Versuche ausgesetzt sind. —

Ich war froh, als ich später meinen Assistenten Münch²⁾ (jetzigen Professor in Tharandt) bei seinen Arbeiten über Baumschwämme anregen konnte, meine Fragestellung, ob diese Holzzerstörer durch Luftmangel

¹⁾ habent sua fata experimenta, non solum libelli!

²⁾ Münch, Untersuchungen über Immunität und Krankheitsempfänglichkeit der Holzpflanzen. Naturw. Z. f. Forst- u. Landw., 1909, S. 54 (Schluß S. 160). Dissertation. Staatsw. Fak. München 1908.

Ferner: Versuche über Baumkrankheiten daselbst, 1910, S. 389.

Ferner: Die Blaufäule des Nadelholzes. Daselbst 1907 u. 1908.

im Baume am Gedeihen gehemmt werden, zu berücksichtigen und meine feuerbestatteten Versuche wieder aufzunehmen. Er hat das in sehr gründlicher und erfolgreicher Weise getan und meine Annahme bestätigt.

5. Dispositionsfragen beim Befall der Bäume durch rindenbrütende Borkenkäfer.

In der der Disposition der Kiefernadel für den Schüttelebefall in Naturw. Z. f. Forst- u. Landw. 1913 gewidmeten Abhandlung habe ich schon auf die analogen Verhältnisse für die Disposition der Baumrinde für den Befall durch **Borkenkäfer** (S. 374) hingewiesen.

In meiner Abhandlung „Düngungsversuch zu Kiefern auf Hochmoor“. Naturw. Z. für Forst- und Landwirtschaft 1908, S. 395—407 behandelte ich auch die Disposition verschiedener Kiefernprovenienzen gegen Schüttelebefall (S. 404) (auf die zuerst Heinrich Mayr hinwies), das Auftreten von Erythrophyll als Anzeichen verschiedener Stoffwechselkrankheiten S. 405, und die disponierende Wirkung von Turgorschwächung für Insektenbefall (Borkenkäfer- und Rüsselkäferbefall) (S. 406):

„Im Frühjahr 1908 trat die Schütte auf, ihr folgten die Rüsselkäfer, welche die schüttekranke Pflanzen benagten und an der Basis der Stämmchen ihre Eier ablegten. Mitte Juli 1908 ließen derartig belegte Pflanzen die entwickelten Maitriebe hängen und machten so kenntlich, daß sie schwer krank seien. Eine Anzahl, die ich herauszog, zeigte an der Basis unter der braunen, toten, unterminierten Rinde ins Jungholz eingefressen, mehrere Rüsselkäferlarven. Bei einigen anderen waren aber die Wurzeln gebräunt, ohne Rüsselkäfer, so daß man bei ihnen an die Wirkung von Frost denken kann.

Obwohl die kleine Kiefernkultur inmitten des Moores angelegt war, also nicht unmittelbar an Nadelholzkulturen anstieß, sind die Rüsselkäfer angelockt worden. Es hat sich auch hier wieder bestätigt, daß auch die Rüsselkäferlarven ebenso wie die Borkenkäfer besonders kränkelnde Pflanzen angehen, also meist sekundär erscheinen. Als kränkelnd und disponiert muß man dann allerdings jedes frisch gepflanzte Nadelholz betrachten.

Es ist hier offenbar, wie auch Hartig früher schon annahm, der geringere Turgordruck, welcher die Pflanzen für den Insektenbefall disponiert. Bei vollem Turgordruck der Rinde werden diese Insekten-Arten offenbar durch das bei Verletzungen ihnen entgegengetriebene Wasser (und ebenso das Harz) behindert, weiter vorzudringen. Es werden deshalb alle gefälltten Bäume, alle vom Sturm geschobenen Bäume (bei denen also ein Teil der Wurzeln abgerissen ist), alle frisch ver-

pflanzten, also wurzelverletzten Exemplare und alle unter dem Einfluß der Trocknis stehenden Pflanzen für den Befall disponiert sein. Daraus erklärt sich auch, weshalb die Borkenkäfer dem Sturm folgen und weshalb sie an kränkelnde Bäume — von Raupen kahlgefressene Nadelhölzer — gehen.

Bei meinen Untersuchungen über die nach Art der Wund-Borke entstehenden „Rindenplatten“ der Fichte, wie ich sie in dem heißen Sommer 1904 an Fichten mit abgedorrttem Gipfel fand, hat es sich auch wieder gezeigt, daß Borkenkäfer an lebende Fichten gehen können, wenn der Turgor auch nur zeitweilig aufgehoben ist; daß aber bei wiederkehrendem Turgor die Fichte sofort an die Bildung von Wundkork geht und dadurch die Borkenkäfergänge samt ihrer toten Rinden-Umgebung isoliert. Hier war es zu wirklichen Gängen gekommen, welche von braunen, toten Rindenzellen umgeben waren. Auch die von Gerlach¹⁾ zuerst beschriebenen, für Rauchfichten charakteristisch gehaltenen, von mir kürzlich auch in rauchfreiem Walde gefundenen, von Kork völlig eingekapselten Rindengänge der *Pissodes Harkyniae* und *scabricollis* sind wahrscheinlich in einem Zustand schwachen Turgordruckes der Rinde entstanden und bei vollem Turgor von Kork isoliert worden. Die Korkbildung dürfte an einen gewissen Turgorzustand, abgesehen von der nötigen Temperaturhöhe, gebunden sein.

Es wird eine weitere Aufgabe sein, für Bäume, die von den Raupen der Nonne, des Spanners etc. kahl gefressen wurden, nachzuweisen, ob sie vor dem Befall durch Borkenkäfer eine Turgorminderung erfahren und wie weit der Rindenturgor von dem Wassergehalt des Holzkörpers abhängig ist. Ähnliches gilt für die gleichfalls als Insekten-disponiert geltenden „Rauchfichten“. —“

R. Hartig sagt in einem Artikel „Neue Beobachtungen über Blitzbeschädigungen der Bäume (Centralbl. f. d. ges. Forstwesen, Wien 1899, Heft 8/9 nach Fig. 13): „Angriffe von Borkenkäfern waren auch am ganzen Baumschafte zu bemerken, doch war es nicht zur Eiablage gekommen, da die Mutterkäfer sofort umkehren, wenn sie sich überzeugt haben, daß der befallene Baumteil noch einen neuen Jahrring bildet, in dessen wasserreichem Gewebe die junge Brut ersticken müßte.“ Er spricht an anderer Stelle davon, daß die Borkenkäfer ersäuft würden. —

Ich habe hiezu ein Beispiel in meinem Artikel „Pathologische Erscheinungen beim Absterben der Fichten im Sommer 1904“ (Naturw. Z. 1906, S. 465, mit 7 Tafeln, mitgeteilt, in dem eine Fichte von Käfern (*B. typogr.*) befallen wurde, welche im zuströmenden Harze abstarben. Ihre „eingegossenen“ Köpfe fand ich beim mikroskopischen Schneiden der Rinde wie Einschlüsse im Bernstein.

¹⁾ Forstlich-naturwissenschaftl. Zeitschrift, 1898, S. 147.

In diesem Artikel berichtete ich auch S. 464 über den Befall von Fichten, welche infolge großer Trocknis auf der humusarmen Schotterfläche der Münchener Hochebene einen dünnen Gipfel (oft über die Hälfte der Baumkrone) bekommen hatten. Die Borkenkäfer (*Bostrichus typographus*) (Abb. 1 u. 2) hatten sich in den noch grünen,



Abb. 1. Durch Sommertrocknis gipfeldürr gewordene Fichte beim Bahnhof Haar. Zustand am 14. November 1904.

lebenden, aber offenbar wasserarmen unteren Baumteil eingebohrt und ihre Gänge in der schlaffen Rinde angelegt; so entstanden braune Platten mit diesen Gängen in der weißen Rinde. Diese Platten wurden ebenso wie oben die Einbohrgänge nach Wiederkehr des normalen Wassergehaltes durch Kork eingekapselt. —.

Diese Einleitung führt uns zu unserem eigentlichen Thema, dem Berichte über unsere neuen Experimentalversuche der letzten Jahre.

Experimental-Versuche

zur Erforschung der Disposition der Waldbäume für den Befall durch Borkenkäfer.

Meine theoretische Vorstellung über den Befall der Bäume durch Borkenkäfer ist schon aus den hier zitierten, früheren Abhandlungen ersichtlich.

Ich versuchte nun der Problemlösung auf 3 Wegen näher zu kommen.

Die Frage, ob Borkenkäfer normale Bäume ohne jeden möglichen

Dispositionszustand überhaupt befallen und sich in ihrer Rinde behaglich einrichten könnten, sollte durch künstliche Infektion mit verschiedenen Arten erprobt werden. Die Frage, ob etwa hiezu nicht befähigte Arten dazu befähigt werden könnten, wenn künstlich Dispositionszustände geschaffen würden, sollte durch Infektion nach erfolgten Schädigungen der Bäume gelöst werden. Als Schädigung wurde theoretisch verminderte Wasserzufuhr von unten (Abschneiden des aufsteigenden Wasserstromes im Splinte) und verminderte Wasserzufuhr von oben (durch Abschneiden des Saftstromes im Baste) angesehen. Es war an-

genommen, daß die Rinde erschlaffe und bei Verletzung dem Käfer wenig Wasser entgegen presse.

Schließlich wurden die eigenen Erfahrungen und die als zuverlässig erscheinenden Literaturangaben in Einklang mit den Resultaten der Experimente gebracht. Die Disposition, das sog. Fängischwerden, wie Sedlacek bei seinen Fangbaum-Versuchen sagt, sah ich in einer Turgorschwächung in der Rinde, welche der Käfer nach Durchbohrung der dünnen Korkoberhaut anbohren muß. Hier könnte durch Öffnung des Rindenparenchyms ein Wasserstrom im eng-anliegenden Bohrloch ihm Halt gebieten. Ja er könnte ihn sogar ersäufen, wenn er als wiederkehrender Strom den Käfer, nachdem er sich ins schlaffe Gewebe eingebohrt hatte, überraschen würde.

Gefährlicher müßte diesem das Harz sein, wenn er einen Rindenkanal verletzte und noch wirksamer wie das Rindenwasser wäre das Wasser in der Kambialzone zur Zeit, wenn die Rinde „geht“. Von diesem Wasser



Abb. 2. *Bostrichus typographus*-Gänge auf braunen Platten im weißen, offenbar schlaffen Bast und Splint einer durch lange Trocknis gipfeldürr gewordenen Fichte. 1904 bei Haar (Oberbayern).

werden besonders Käfer getroffen, welche im Baste sich zum Brüten einrichten wollen. Im Splint Brütende hätten auch noch den Gefäßwasserstrom und das Harz aus den Holzkanälen gegen sich.

Alle diese aus Parenchym, Siebröhren, Harzkanälen unter Druck ausgetriebenen Flüssigkeiten müssen um so wirksamer sein, je höher der Druck ist, der sie auspreßt.

Es sollte nun zunächst geprüft werden, ob die Käfer schon vor dem Einbohren in pralle, unverletzte Rinde scheuen oder bei Bohrversuchen tatsächlich durch Wasser vertrieben oder durch Harz beschmutzt oder durch eines von beiden sogar getötet werden könnten.

Die Versuche sollten also experimentell feststellen, ob Borkenkäfer primär, d. h. ohne besondere Dispositionszustände des Baumes sich einbohren und welche? Wenn aber das Schlaffwerden der Rinde eine solche Disposition schaffe, sollte versucht werden, den disponierenden Erschlaffungszustand festzustellen, zu messen. Hierzu gibt es keine direkt den Zelldruck messende Methode. Man kann lediglich die Konzentration des Zellsaftes ohne Zellwandverletzung messen und daraus auf die Wasser aufsaugende Kraft und somit auch auf den Gegendruck der elastisch durch den Wasserdruck gedehnten Zellwand, welche bei ihrer Verletzung das Wasser auspreßt, schließen. Unsere osmotische Messung sollte — wie üblich — durch Einlegen von kleinen Stückchen der Rinde in verschieden konzentrierte, künstlich hergestellte Lösungen von Zucker oder von Kalinitrat feststellen, in welcher Konzentration das Plasma gerade anfängt, sich von der Zellwand abzulösen, d. h. sog. Grenzplasmolyse zu zeigen. Bei jeder Konzentration, die stärker wäre wie die Konzentration des Zellsaftes, würde eine kräftigere Ablösung des wandständigen Plasmaschlauches von der Innenwand der Zelle stattfinden.

Wir können also mit dieser Methode keinen Druck messen, sondern nur eine Konzentration, weil der Zellsaft und unsere Versuchslösung gleiche Konzentration haben, wenn die letztere eben nur beginnende Grenzplasmolyse verursacht. (Man kann aber die Kraft, welche der Zellsaftkonzentration entspricht und durch Wasseraufnahme in der Zelle hervorgerufen werden kann, in Atmosphärendruck umrechnen.)

Leider hat es sich gezeigt, daß die Bestimmung der Grenzplasmolyse in manchen Fällen gewissen Störungen und Schwierigkeiten begegnet.

Da sie nun auch nicht eine Messung des Druckes, um den es sich bei unseren Erwägungen handelte, sondern nur eine Feststellung der Konzentration des Zellsaftes in den untersuchten Geweben ermöglicht, so ist der Schluß auf den Turgordruck und den von ihm verursachten Gegendruck der gedehnten Zellwand allein unser Resultat.

Es gibt zur Zeit keine bessere Methode, zumal wir die Rindengewebe des lebenden und stehenden Baumstammes untersuchen wollten. Wir haben diese Methode der Messung, welche viel Sorgfalt und Mühe erfordert, verbunden mit der Beobachtung über das Verhalten

der Borkenkäfer, denen wir im geschlossenen, bauchig-luftigen Sack Gelegenheit zur Einbohrung boten. —. Die Verhältnisse der Wasserzufuhr durch den aufsteigenden Holzkörper (Splint) und den absteigenden Saft im Baste haben wir so variiert, daß tatsächliche Störungen und Minderungen dieser Wasserquellen und damit eine Disposition „fängisch“ zu werden, eintreten sollte. —. Wir hätten uns auf diese Versuche, auch ohne die Plasmolysen-Messungen, beschränken können. Es schien mir aber doch sehr im wissenschaftlichen Interesse zu liegen, die Anwendbarkeit einer exakten Messungsmethode zu erproben. Ein dritter Weg zur Klärung der Frage mußte dadurch beschritten werden, daß wir unsere Erfahrungen und die Schilderungen über das Zustandekommen von Epidemien in Beziehung zu den experimentell gefundenen Beobachtungen und Feststellungen zu bringen suchten.

Ich suchte also experimentell durch künstliche Infektion der stehenden Bäume mit Borkenkäfern einer bestimmten Art zu ermitteln, ob die bei uns häufigsten Arten den Baum angreifen können, ohne daß besondere Dispositionsverhältnisse vorlagen. Solche Borkenkäfer sollten allein als primäre Schädlinge betrachtet werden!

Die Frage, ob die Borkenkäfer primär oder sekundär die Bäume befallen?, darf also nicht in dieser allgemeinen Form gestellt werden, wie sie seit alten Zeiten immer wieder gestellt worden ist.

Man muß bei jeder Borkenkäferart eine solche Frage stellen; man muß aber auch noch die Frage erweitern: Wann und unter welchen Umständen kann eine bestimmte Borkenkäferart eindringen oder nicht? Dabei muß man zunächst feststellen, was man unter einem primären Angriff und welchen Zustand des Opfers man als disponiert für einen Angriff versteht.

Es handelt sich also einmal um den Zustand des Borkenkäfers und zweitens um den Zustand des Baumes.

Für den Borkenkäfer gibt es große Verschiedenheiten innerhalb der Art; so spielt die Jahreszeit eine Rolle, die Zahl der Generationen, die Temperatur und Feuchtigkeit, besonders bei der Schwärmzeit und dem Einbohreifer.

Für den Baum gilt als disponierend seine „Gesundheit“; so lautet meist die Antwort und unter der Gesundheit versteht man den Mangel an Krankheitserscheinungen. Ein gesunder Baum hat also keine Verletzungen in der Krone (Astwerk), an der Rinde der Äste und des Stammes, an der Wurzel (durch Zerreißen, Bruch etc.), im Holze.

Hier wird bereits präzisiert: Störungslose Wasserleitung im Splint nach oben, und störungslose Ableitung der Assimilate im „absteigenden Strom“.

(Bezüglich der Verletzung kann ich feststellen, daß in einem Fichtenharzbestand (Lachten nur bis zur Holzoberfläche, aber in der Zahl 2—4 und von 2 m Länge) kein Stamm im Laufe von fast 20 Jahren trotz eines heißen, trockenen Standortes von Rindenkäfern befallen wurde. Insekten bohrten sich nur in die trocken gewordene Lachtenfläche ein.)

Man muß den Wasserdruck in den Rindenzellen, der sich aus dem osmotischen Wert schließen läßt und den sogen. Filtrationsdruck, den die elastisch gespannte Zellwand verursacht, unterscheiden von dem sehr bedeutenden Druck in den Harzkanälen. Beide wirken gleichsinnig störend auf die Atmung mit den Stigmata der Käfer, sobald diese die Zellen oder Harzkanäle verletzen. Natürlich ist das Überschütten des festhaftenden Harzes (Balsams) in größerer Menge und mit stärkerem Drucke viel wirksamer zur Beschmutzung und Erstickung der Käfer wie das Wasser. (Doch ist der Harzdruck auch beeinflusst vom Druck des Rindenparenchyms.) Gerne hätte ich die Versuche auch auf Laubhölzer ausgedehnt und hiezu den großen Eschensplinkkäfer (*crenatus*) beschafft. Leider war dieser, welcher vor einigen Jahren bei München in Massenvermehrung großen Schaden tat, bisher nicht zu bekommen. Man müßte wohl auf trocken heiße Sommer warten, die auch seiner Vermehrung günstig zu sein scheinen.

Durch die Versuche mit Laubhölzern wäre auch Licht auf die Bedeutung der Harzkanäle der Nadelhölzer gefallen.

Von diesen Rindenverhältnissen ganz verschieden ist das Wasser in der Kambialschicht zur Zeit des Frühlings und lebhaften Zuwachses durch neue Zellen auf Holz- und Bastseite, wann durch reichliche Wasserabgabe bei jeder Verletzung die Verbindung von Holz und Bast sehr locker wird und wenn die jungen Siebröhren verletzt werden. Es kann also der Angriff der Rinde durch die Borkenkäfer von außen schon gehindert werden, es kann ein Angriff nach erfolgtem Anfang der Bohrlochbildung, wenn der Käfer erst den Kopf hineingesteckt hat, abgeschlagen werden und es kann die Eiablage oder ihre Entwicklung verhindert werden, wenn sie in der Bastregion erfolgen soll.

Es ist also zweifellos erwiesen, daß in der lebenden Rinde eine Schlaffheit eintreten kann, bei der Borkenkäfer einzudringen vermögen und durch Wiederkehr des normalen Druckes abgeschlagen werden. Bei solchen Käfern, die bis zum Holze vordringen, wird es in der Zeit des Wachstums und hohen Wassergehaltes für sie unmöglich sein, vorzudringen, was vielleicht im Herbst möglich wird, wenn die Rinde nicht mehr „geht“ und die Kambialzone relativ „trocken“ geworden ist.

Dasselbe ergibt sich aus den Erfahrungen, die man bei den Fangbaum-Methoden gefunden hat und die von Dr. Sedlacek¹⁾ durch seine Vorschläge und Erfahrungen gut bekannt geworden sind.

Verfolgt diese Arbeit auch nur praktische Bekämpfungsziele, so gibt sie uns doch darüber Auskunft, unter welchen Verhältnissen ein stehender oder ein gefällter Baum „fänglich“ wird (d. h. von Borkenkäfern befallen werden kann), wie lange es dauert, bis er fänglich wird und welche Verschiedenheiten in dieser Beziehung bei den einzelnen Borkenkäfern bestehen. Ich gebe in tabellarischer Übersicht die Angaben Sedlaceks wieder und zwar nur für die Fichte, da ich an dieser meine im folgenden mitgeteilten Versuche angestellt habe.

Er berichtet über die Fichte.

Stehend:		
Einfach geringelt am 10. III. 05	Von Käfern befallen erst im Jahre 1906	Aussehen: noch grün
Doppelt geringelt (Stamm a und Stamm b).		
a) am 24. V. 05	Juli 06 stark befallen.	kränklich
b)	Schon Herbst 05 gelblich 06 dürr ohne Befall	
Fichte liegend:		
a) III. 05 unentastet,	im ganzen befallen	05 im Juli im Holze blau
	im Mai desselben Jahres.	
teilw. entrindet	im Juli stark befallen	
b) entastet	nur oben u. unten befallen	
	Erst <i>lineatus</i> u. <i>palliatu</i> s,	
	ab Juli auch <i>typogr</i> .	
	Im Juli schwach befallen.	
a) Der beastet gebliebene Stamm wurde früher befallen, als noch viele Käfer schwärmten.		
b) Der entastete Stamm wurde später von Nachzüglern befallen.		

Also werden eingeschnittene, stehende Fichten erst im nächsten Jahre befallen. Im Frühjahr (Mai) gefällte schon im selben Jahre.

Art der Baumbehandlung:

1. In Brusthöhe handbreit ringsum entrindet: Der Baum bleibt lange welk.
2. 2 sich nahe Ringelschnitte: Langes Kranksein mit folgendem Vertrocknen. Je tiefer, desto schneller wirkend.
3. Fällung und Entastung: Langes Kranksein mit Saftstockung.
4. Fällung ohne Entastung Frühes Absterben mit Vertrocknen.
Abschälen handbreiter Rindenstreifen
Der Länge nach oder tiefe Ringschnitte.
5. Ringeln, später Fällen und Entasten: Schneller Tod mit Saftstockung.

¹⁾ Sedlacek, „Versuche mit verschiedenen Arten von Fangbäumen zur Bekämpfung der Borkenkäfer.“ Mitt. der K. K. forstl. Versuchsanstalt in Maria-brunn bei Wien. Heft 2, 1908. S. 45.

So suchte Sedlacek Unterbrechungen des aufsteigenden wie des absteigenden Saftstromes herbeizuführen, eine Saftstockung zu erreichen und eine Austrocknung hinauszuziehen.

Es entstünden so folgende disponierende Krankheitszustände:

A. am stehenden Baume:

- a) durch seichter oder tiefer reichende Ringschnitte bzw. durch Ringelungen der Rinde: Saftstockung in der Bast-schicht, darnach folgende allmähliche Trocknung der Splint-zone und endlich auch des Kambiums;
- b) durch sehr tiefe Ringschnitte rasche Trocknung im ganzen Baume-;

B. am liegenden Baume:

- a) Nicht entastet: rasche Trocknis im ganzen Baum;
- b) Entastet: langsame Trocknung des Splints und der Bast-schicht.

Die Borkenkäfer fielen demnach an entweder 1. welkendes, oder 2 a durch Trocknis erkranktes oder 2 b durch Saftstockung oder 3 a trockenes oder 3 b feucht absterbendes erkranktes oder 4. in Zersetzung begriffenes Holz. —.

Nach Ablauf einer mehrmonatigen Studienreise durch fast ganz Nordamerika, bei welcher die interessantesten Vegetationsgebiete der Vereinigten Staaten durch unsere internationale pflanzengeographische Exkursion besucht wurden, hielt ich mich noch allein in Washington auf und hatte die erwünschte Gelegenheit, den liebenswürdigen Leiter des forstentomologischen Forschungswesens, Professor Dr. Hopkins¹⁾, kennen zu lernen. Von ihm erfuhr ich seine Auffassung, daß in Amerika die Borkenkäfer primär seien, während ich nach europäischer Erfahrung sie zumeist nur im Gefolge von Stürmen und Bränden in Massenvermehrung kannte. Professor Hopkins präziserte seinen Standpunkt daher sehr klar, daß wenigstens die *Dendroctonus*-Arten primär seien. Ich erfuhr nun auch, daß es sich in den amerikanischen Wäldern sehr wesentlich um die Bedeutung von *Dendroctonus*-Arten handele. Ich habe mich daher später auch hierüber aus den Hopkins'schen Borkenkäferwerken orientiert. Es sind das 2 umfangreiche Bücher:

Contributions toward a Monograph of the Scolytid Beetles I. The Genus *Dendroctonus*. Washington 1909. Techn. Ser. Nr. 17, Part. 1. U.S.-Dep. of Agric. Bur. of Entomology, 1909.

¹⁾ Vorstand des sich über alle entomologischen Gebiete erstreckenden Bureau of Entomology war L. O. Howard.

Ein umfangreiches Werk von 164 Seiten mit vielen Abbildungen im Texte und auf Tafeln, einem allgemeinen Teil und einem speziellen mit 23 *Dendroctonus*-Arten.

Das 2. Werk heißt: Practical information on the Scolytid Beetles on North American Forests. I Barkbeetles on the Genus *Dendroctonus*. U.S.-Dep. of Agric. Bur. of Entomology. Bull Nr. 83, Part. I. Von Prof. Dr. Hopkins. Washington 1909.

Es ist ebenfalls sehr reich illustriert.

Für mich war die Unterhaltung mit Professor Hopkins sehr lehrreich, denn ich beschloß in meinem Innern, die einzige *Dendroctonus*-Art, welche wir besitzen, in den Bereich beabsichtigter Untersuchungen zu ziehen.

Das Schicksal machte nur zu bald einen Strich durch all unsere Pläne. Das Jahr 1913 brachte mir den Höhepunkt wissenschaftlicher Erweiterung meiner persönlichen Anschauung, die Kenntnis von den weiten Waldungen an der östlichen, westlichen, nordwestlichen und südlichen Grenze der U.S.A. und einen Einblick in die Wälder der west-amerikanischen Längs-Gebirgsketten. Die Amerikaner waren damals so deutschfreundlich, so hilfreich und aufmerksam und sie taten so alles auf dieser glänzend organisierten Studienreise, um uns einen schönen, angenehmen Eindruck und eine gründliche Belehrung zu geben, wie es nur irgend möglich war. Ein Fest, was uns die botan. Gesellschaft in Philadelphia gab, als nur noch Prof. Engler-Berlin und ich übrig geblieben waren, hatte einen geradezu herzlichen Charakter. Daß es jemals einen Krieg mit Amerika geben könnte, hatten weder wir noch unsere Gastgeber geahnt oder für möglich gehalten. —

Die Wissenschaft hat schon manchen Faden der Verständigung wieder angeknüpft; möchten sich diese Fäden zu einem starken Tau entwickeln!

Hopkins führt in seinem erst zitierten Werke folgende 23 zur Gattung *Dendroctonus* gehörige Arten an und er macht große Unterschiede in der Art ihres Angriffes:

1. Western pine beetle (*Dendr. brevicornis* Lec.).
2. Southwestern pine b. (*Dendr. barberi* Hopk.).
3. The roundheaded pine b. (*D. convexifrons* Hopk.).
4. Southern pine b. (*D. frontalis* Zim.).
5. Arizona pine b. (*D. arizonicus* Hopk.).
6. Smaller Mexican b. (*D. mexicanus* Hopk.).
7. Larger Mexican b. (*D. parallellocollis* Chap.).
8. Colorado pine b. (*D. approximatus* Dietz.).
9. mountain pine b. (*D. monticolae* Hopk.).
10. Black Hills b. (*D. ponderosae* Hopk.).
11. Jeffrey pine b. (*D. Jeffreyi* Hopk.).
12. Eastern Larch. b. (*D. simplex* Lec.).
13. Douglas fir b. (*D. pseudotsugae* Hopk.).

14. Eastern spruce b. (*D. piceaperda* Hopk.).
15. Engelmann spruce b. (*D. engelmanni* Hopk.).
16. Alasca spruce b. (*D. borealis* Hopk.).
17. Sitka spruce b. (*D. obesus* Mann.).
18. The redwinged pine b. (*D. rufipennis* Kirby).
19. Lodgepole pine b. (*D. murrayanae* Hopk.).
20. Alleghany spruce b. (*D. punctatus* Lec.).
21. The European spruce b. (*D. micans* Kug.).
22. The black turpentine b. (*D. terebrans* Oliv.).
23. The red turpentine b. (*D. valens* Lec.).

Zerstörung durch die Borkenkäfer.

„Unsere Untersuchungen haben klar ergeben, daß einige Borkenkäferarten die schädlichsten Zerstörer der Nadelhölzer von Nordamerika sind. Wie die Zerstörungen durch den östlichen Fichten-Borkenkäfer *Dendr. piceaperda* in den nordöstlichen Staaten und Neubraunschweig im Laufe des letzten Jahrhunderts ergaben, ferner jene der Fichten und Kiefern durch den südlichen Kiefer-Borkenkäfer *Dendr. frontalis* in West-Virginien und Virginien 1891 und 1892, die Zerstörung eines großen Prozentsatzes Holz im ganzen Nationalforst durch den Black-Hills-Borkenkäfer *Dendr. ponderosae* in den letzten 10 Jahren, die Verwüstungen durch den westlichen Kiefern-Borkenkäfer *Dendr. brevicornis* in Idaho, Oregon und Kalifornien und durch den Berg-Kiefern-Käfer *Dendr. monticola* in Wyoming, Montana, Idaho, Oregon, Utah, Kalifornien.“

Art und Ausdehnung der Verwüstungen.

„Lebende gesunde Bäume werden von Schwärmen erwachsener Käfer befallen, welche in die Borke der Hauptstämme eindringen und zur Eiablage Gallerieplätze aushöhlen in einem Umfang von einem Fuße oder mehr in der lebenden Rinde. Dies schwächt die Lebenskraft der Bäume und dazu kommen die aus den Eiern ausschlüpfenden Larven und zerstören die zwischen den Eigallerien befindliche Rinde und verursachen so eine Gürtelung und das Absterben der Stämme. Diese Verwüstungen im letzten Jahrhundert waren enorm. Es ist bekannt, daß die durch diese Käfer in West-Virginia, Neuengland und in den Black-Hills-Nationalforsten zerstörten Wälder viele Billionen Fuß der besten Kiefer und Fichten enthielten, abgesehen von den zerstreuten und daher weniger auffälligen Waldzerstörungen in den Rocky M., Cascaden, Sierra und Küstenregionen und den südlichen Staaten. Man nimmt an, daß eine der größten Entwaldungen in den Rockies zuerst durch eine oder mehrere *Dendroctonus*-Arten und dann durch Feuer erfolgt sind. Nach unseren Informationen, Untersuchungen und praktischen Erfahrungen wurde klar, daß, wo Privatwälder, Staats- oder Nationalforsten, unter organisierten Feuerschutz und in ökonomischer Bewirtschaftung stehen, die Kontrolle dieser Insekten weniger schwer und teuer ist, wie die Brand-Überwachung. Tatsächlich kann, wenn genügender Absatz für Holz besteht und, wenn die befallenen Stämme leicht in einer bestimmten Zeit genutzt werden können, die gewünschte Kontrolle erfolgen und praktisch ohne Kosten, ja mit Gewinn durchgeführt werden, besonders wenn sie erfolgt, bevor sich die Schädlinge über weite Flächen ausgebreitet haben. Wenn bei der ersten Entdeckung die Verwüstungen durch die Käfer schon eine große Fläche ergriffen haben, oder wenn sie vernachlässigt wurden bis ein großes Prozent des Holzes tot ist, ist ihre künstliche Bekämpfung ebenso schwierig und teuer, wie die eines vernachlässigten Waldbrandes. Es gibt keine Entschuldigung für die Vernachlässigung der Insekten

mehr, seitdem sich die moderne Waldwirtschaft schnell ausbreitet, die Holzaufarbeitung, die Einrichtungspläne und die hauptsächlichsten öffentlichen und Privatforste und die Einrichtung des Feuerschutzes unter der Aufsicht von Feuerpatrouillen und Förstern besteht. Das Käferproblem ist ebenso wichtig wie die Feuerfrage.“

Angriffsart der *Dendroctonus*-Arten.

„Bei allen Arten zeigt sich der Befall an lebenden Bäumen durch das Vorhandensein von Harztrichtern (Röhren) an den Stämmen, gemischt mit rötlichen Bohrlöchern oder rötlichem Bohrmehl auf der Rinde und rings um die Stammbasis. Später erscheint die rötliche oder gelbliche Nadelverfärbung als verdächtiges Zeichen für die zerstörende Borkenkäferarbeit.

Erfolgreiche Angriffe zeigt sich bei Art 1—8 durch schnelles Absterben der Bäume, die Nadeln welken in 1—2 Monaten und werden vor dem Winter gelb und rötlich.

Ein langsames Absterben der Bäume folgt den Arten 9 bis 11. Bäume, deren Rinde im Sommer getötet wurde, behalten etwa bis zum folgenden Mai grüne Blätter, die später erst vergilben.

Der Angriff der Arten 12 und 13 zeigt sich nicht durch Harztrichter an, wohl aber durch rötliches Bohrmehl in den Borkerissen und an der Stammbasis von Douglasien oder Lärchen.

Bei den im Sommer befallenen Douglasien welken die Nadeln und werden im Herbst und Winter rötlich und im Frühjahr rot. Die Lärchennadeln fallen wahrscheinlich bevor sie welken, obwohl manche nach der normalen Abfallzeit am Baume bleiben.

Bei den Arten 14 und 15 zeigt sich der Befall durch Harzröhren und rotes mit Harz vermisches Bohrmehl am Stamm und an seiner Basis.

Die im frühen Sommer befallenen Bäume verlieren ihre grünen Nadeln vor dem Herbst. Bei den später im Sommer befallenen stirbt die Stammrinde vor dem Winter ab, aber die Nadeln können grün bleiben, bis sie im Frühling abfallen. So findet man im Mai und Juni oft den Boden unter solchen Bäumen mit grünen Nadeln bedeckt. Nach dem Nadelabfall erscheinen die entnadelten Baumgipfel rötlich.

Die Arten 18—20 scheinen ihren Angriff auf die Stammbasis zu beschränken, wo große Harzröhren gebildet werden.

In Europa befällt Nr. 21 (*D. micans*) manchmal den Stamm etwas oberhalb der Basis, wo sich wieder große Harzröhren finden.

Art 22 und 23 befallen fast immer die Stammbasis, wo sehr große Harzröhren und Massen von Harz ihre Tätigkeit beweisen. Wenn der Stamm selbst durch diese Arten so stark befallen wird, daß er abstirbt, sieht man den Befall durch die großen Harzröhren und die Vergilbung der Nadeln“. —

Über ihr Zerstörungswerk und die Möglichkeit ihrer Niederhaltung durch eine entsprechende Überwachungsorganisation äußert er sich in weiteren Sätzen, denen er immerhin einige Voraussetzungen für eine erfolgreiche Bekämpfung beifügt.

In der Neuzeit hilft man sich in Europa in Fällen, in denen die vorbeugende Kontrolle eine Massenvermehrung von Insekten nicht gehindert hat und nicht aufhalten konnte, mit der modernen Motor- oder Flugzeugbestäubung — wenigstens gegen Raupen. Aber auch hier werden die Kosten oft noch ein Hindernis bieten.

Da aber jede Massenvermehrung immer ein Produkt unvorhergesehener klimatischer Verkettungen ist, wird sie auch künftig noch öfters zur Überraschung führen. In solchem Falle wird die Flugzeugbestäubung zur Zeit ultima ratio bleiben. Wo man aber durch Holzarten-Mischung etwas erreichen kann, wird dies wohl ein naturgemäßes Ziel bleiben, um dem Schaden vorzubeugen und eine Ausbreitung zu erschweren.

Jedenfalls dürften die Verhältnisse in Amerika viel schwieriger sein wie in Europa. Erstens gibt es viel mehr schädliche, primär angreifende Arten, zweitens hat man es im ganzen Westen (Felsengebirge, Sierra Nevada und Küstenketten) nur mit Nadelholz (in Mischung von verschiedenen Arten!) zu tun, drittens fehlt ergiebiger Regen im Sommer an vielen Orten, oft wochen-, ja monatelang, und endlich sind die Gebirge sehr wenig besiedelt. Diese Verhältnisse bieten größere Feuer- wie auch Käfergefahr und jedes von beiden begünstigt das andere.

Da Hopkins die ganze *Dendroctonus*-Gruppe für primär hielt — wobei er sich allerdings über diesen Begriff, den wir scharf umreißen wollen, nicht äußerte, so stand für mich auch am meisten *Dendroctonus micans* im Verdachte eines primären Schädlings. Er ist bei uns die einzige *Dendroctonus*-Art, während diese Gattung in Nordamerika in 23 Arten einschließlich unseres auch in Amerika verbreiteten *D. micans* vorkommt und schädlich werden kann.

Ich möchte unseren, im folgenden dargestellten Ermittlungen hier schon vorausschicken, daß die Erfahrung von Prof. Hopkins sich für *D. micans* bestätigt hat.

D. micans ging in unsere ganz gesunden Versuchsbäume ohne weiteres hinein und breitete sich in der Rinde aus und ging zur Eiablage über, in der sich junge Brut entwickelte.

Wenn man sich nun fragt, worin seine Befähigung gegenüber den in gleicher Situation hilflosen und bald absterbenden anderen Arten (*typographus*, *polygraphus*, *chalcographus*) besteht, so läßt sich folgendes sagen: Er ist ein besonders großer und kräftiger Käfer mit starkem Haarkleid, in dem sich die Luft um die Stigmata nicht leicht von Wasser oder Harz vertreiben läßt. Er bohrt geräumige Röhren und Plätze, in denen er oft nicht ganz verschwindet und er scheut das Harz nicht. In dieser Beziehung scheint er dem Harzgallenwickler (*Grapholitha resinella*) in der Unempfindlichkeit ähnlich zu sein. Vielleicht wird auch das flüssige Harz so schnell von dem reichlichen Bohr- und Fraßmehl aufgesaugt, daß es, „sogenannter Mörtel“ geworden, seinen Körper nicht benetzt. Er braucht auch nicht eine etwaige Vorarbeit oder gemeinsames Tun mit anderen Borkenkäfern und auch nicht eine große Zahl von Genossen. Unsere Versuchsbäume waren im geschlossenen Stangenholze, ohne Sturmschaden, ohne sonstige Verletzung, ohne Trockenheit des

Bodens oder der Luft, kurz ohne jede Disposition für Käferbefall. Als „Nötigung“ zur Einbohrung könnte allenfalls die „Zwangslage“ betrachtet werden, die für den Käfer der den Baum umhüllende, beidendig geschlossene, lockere Sack geschaffen hat. Insofern war sein etwaiger Wille, zu entweichen, behindert. Seine Fähigkeit, sich in den gesunden Baum einbohren zu können, kam aber zum Ausdruck und blieb für ihn ohne ungünstige Folgen. Die Art seines Fraßes reizt die Rinde zur Überwallung und Harzbildung, die also andauert wie bei einer Rindenlachten-Anlage (Entfernung eines vertikalen Rindenstreifens) bei der Fichtenharznutzung im Frühjahr. —

Es gelang uns nicht, den in der Literatur allenthalben angenommenen Fall, daß Borkenkäfer-Pioniere die normalen Bäume befielen und immer wieder neue Massen anstürmten, um sich ebenfalls zu opfern, bis die Bäume durch die Fülle von Verletzungen so „präpariert“ wären und nun von den Nachzüglern erobert und bewohnt und zur Nachzucht benützt werden zu können, nachzuahmen und als zutreffend zu beweisen.

Es ist viel wahrscheinlicher, daß diese Bäume sich nicht im widerstandsfähigen, sondern im disponierten Zustande befanden, wie es nach Sturm, Windwurf und Windbruch, Feuer oder nach ungewöhnlicher Bodentroeknis der Fall ist. Es ist gewiß häufig, daß zu dieser Befalldisposition der Bäume (Fängishkeit) auch noch die Angriffsdisposition der Käfer durch warmes Schwärmwetter, Hunger und Brünstigkeit dazu kam. Daß primär angreifende Käfer, wie *D. micans*, die Rinde für den Befall sekundärer Käfer geeignet machen, d. h. einen Dispositionszustand schaffen kann, ist nur ein Spezialfall in der Reihe von Dispositionsfaktoren. Das Primärwerden in der Not, welches Nüßlin¹⁾ bei der Pfullendorfer Kalamität beschreibt, konnten wir experimentell nicht nachahmen.

Jedenfalls hat sich bei unseren Versuchen das sehr bemerkenswerte Resultat ergeben, daß es wirklich primäre Borkenkäfer (*Dendroctonus*) gibt, die ohne Dispositionszustände die „normalen“ Bäume befallen können; ferner, daß es für andere Borkenkäfer vorübergehende Dispositionszustände gibt, welche in einer „Erschlaffung“ der Rinde liegen und für den Baum nicht als pathologisch anzusehen sind; diese können vom Baume überwunden werden, wenn die Erschlaffungsursache aufgehoben ist, so z. B. wenn nach Trocknis durch ausgiebigen Regen der normale Wassergehalt und Turgor im Baume wiederhergestellt ist.

Daraus ergibt sich auch die Beantwortung der Frage, ob der Forstwirtschaft beim Auftreten von Epidemien immer eine Schuld beizumessen ist.

¹⁾ Nüßlin, Der Fichtenborkenkäfer, *Tomicus typographus* L. im Jahre 1905 in Herrenries und Pfullendorf. Naturw. Z. f. L. u. Forstw., 1905, S. 450.

Was Escherich¹⁾ zu den amerikanischen Borkenkäfer-Waldschäden nach seiner Amerikareise 1912 schrieb, ist eine Bekräftigung der scharfen Verurteilung von Unaufmerksamkeit in der Feststellung und rechtzeitigen Entfernung von Käferherden in der Forstwirtschaft von Hopkins, jedoch ohne die Vorbehalte, welche dieser machte²⁾ und die ich noch lebhafter unterstreichen möchte. Escherich sagt S. 441, Absatz 2: „Schier unbegreiflich erscheinen diese traurigen Bilder, vor allem dem, der in einem Lande mit hoher Forstkultur aufgewachsen ist. Handelt es sich doch nicht um unabwendbare Katastrophen, sondern um Schädlinge, deren Eindämmung meistens ohne allzu große Schwierigkeiten durchzuführen ist“. — ³⁾

Ich bin der Meinung, daß die Kombinationen, die ein gutes Weinjahr geben, nicht vorausszusehen und nicht herbeizuführen sind und daß jede Wirtschaft, die von der Witterung beeinflusst wird, in dieselbe Verlegenheit kommen kann. Ist schon die Zahl der Borkenkäfer-Generationen von extrem günstigen oder ungünstigen Jahren beeinflusst, so auch die Disposition der Bäume und ihre Wehrfähigkeit gegen die Käfer-Angriffe.

Dazu kommen noch die wirtschaftlichen und finanziellen Verhältnisse, welche entscheiden, ob theoretische Ratschläge ausgeführt werden können oder größenteils unterbleiben müssen.

Die unvorherzusehenden Verhältnisse sind es, welche das Risiko des Waldes wie des Weinbaues bedingen. In beiden Wirtschaften gibt es gut verlaufene Jahre und Reihen von Jahren und katastrophal sich auswirkende. Massenvermehrung von Borkenkäfern sind meist Folgen vorangegangener Katastrophen, von Stürmen, Schneebruch, Trocknis, Feuer etc. auf großen Flächen, die nicht abgewendet werden können und deren Folgen abzuwehren oft nur mit den allergrößten Anstrengungen und Mitteln möglich gemacht werden kann, oder auch nicht mehr möglich gemacht werden kann. Die normalen Maßnahmen der Wirtschaft suchen nur den Wald frei zu halten und zu säubern von den Schädlingen bis zu dem sog. eisernen Bestand und werden wohl nur selten vernachlässigt werden.

Ich habe bei Beginn der Versuche zunächst durch Empfehlung von Herrn Professor Boas-München (damals noch in Freising) einen Studierenden, Herrn K. Rippel, mit den osmotischen Messungen

¹⁾ Escherich, Die Forstentomologie in den Vereinigten Staaten von Nordamerika. Naturwiss. Zeitschr. für Forst- und Landwirtschaft 1912.

²⁾ S. S. 276 Zeile 12 von oben bis Schluß des Absatzes.

³⁾ Von der Red. gesperrt gedruckt.

betrauen können. Er konnte diese aber nur im Jahre 1929 von Mai bis in den Sept. ausführen und mußte sie dann wegen des nahenden Examens aufgeben. Im folgenden Frühjahr 1930 konnte der bayerische Forstassessor Herr H. H a b e s r e i t e r, welchen die Ministerialforst-
abteilung und die Reg. der Oberpfalz in dankenswerter Weise zur Verfügung stellte, die Versuche fortführen. Er war mit den Versuchen vom 1. März 1930 beschäftigt, mußte aber vom 1. Mai 1931 bis 24. Okt. 1932 zur Vertretung auf ein Forstamt in der Praxis verwendet werden. Erst im Oktober 1931 konnte er die leider abgebrochenen Arbeiten fortsetzen, die früheren revidieren und die literarische Auswertung der Versuchsergebnisse übernehmen. Es erschien untunlich, die beiden Arbeiten nebeneinander zu stellen. Es erfolgte daher auch eine Überarbeitung der R i p p e l'schen Arbeit durch Herrn H a b e s r e i t e r. So kam ein einheitlicherer Bericht zustande, den ich nach mehrfachen Kürzungen hier folgen lasse, obwohl ich lieber die Ergebnisse der diesjährigen (1933er) Sommerversuche noch abgewartet hätte. Es liegt in der Natur solcher Versuche, daß sie jahrelang fortlaufen sollten, um klimatisch verschiedene Jahrgänge in die Versuchsserien zu bekommen und womöglich eine Massenvermehrung ausnützen zu können. Die Veröffentlichung erfolgt mit dem Reste unserer Reichsspende.

B e r i c h t

über die

Borkenkäfer-Versuche 1929 mit 1931.

A.

Allgemeines.

Mit 2 Abb.

Die Versuche wurden in den Sommern 1929 mit 1931 — jeweils in den Monaten April mit September — durchgeführt. Und zwar teils an stehenden Bäumen, teils an abgesägten Baumstücken (Sackmethode). Die Versuche am stehenden Baum wurden im forstbotanischen Instituts-
garten in Grafrath, diejenigen nach der Sackmethode am abgeschnittenen Baumstück zum Teil daselbst, zum Teil in den Instituten für Forstbotanik und Pflanzenpathologie in München gemacht.

Das Baummaterial lieferte ein ca. 30—34-jähriger Fichtenbestand von normalem Schluß und Wuchs in Grafrath.

Die Borkenkäfer, mit denen die Versuche ausgeführt wurden, waren Rindenbrüter der Fichte und zwar *Ips typographus*, *Polygraphus poligraphus*, der Riesenbastkäfer *Dendroctonus micans* und in geringer Zahl noch *Pityogenes chalcographus*.

Bis zur Ausreifung und Verwendbarkeit der notwendigen Käfer für die Versuche wurden zunächst allgemeine Beobachtungen angestellt, um den Wasserhaushalt der Fichte, soweit er für die Käferfrage von Wichtigkeit schien, den Zelldruck und die Plasmolyse zu studieren.

Um auch die Witterungsverhältnisse, die auf die Borkenkäfer wie auf den Baum von großem Einfluß sind, zum Vergleiche heranziehen zu können, wurden im späteren Verlauf der Untersuchungen während der Versuchsdauer die tägliche Temperatur und Niederschlagsmenge gemessen und aufgezeichnet. Die Temperatur wurde einmal am Tage, mittags 13 Uhr, an einem im Walde frei aufgehängten Thermometer abgelesen (nur für die im Sommer 1929 durchgeführten Versuche war die Temperatur — soweit sie überhaupt gemessen wurde — vormittags 10 Uhr festgestellt worden.) Die Messung der Niederschläge erfolgte vormittags 9 Uhr durch einen abseits vom Waldbestande im Freien aufgestellten Regenschirm.

Vorbemerkungen über die angewendeten Methoden.

a) Methodik zur Bestimmung der osmotischen Konzentration.

Die Feststellung des osmotischen Wertes oder, besser ausgedrückt, der osmotischen Konzentration erfolgte durch die sogen. plasmolytische Methode, d. h. durch die Bestimmung der Grenzplasmolyse, wodurch die Konzentration des Zellsaftes gemessen und in osmotischen Werten (Mol.) angegeben wurde. Als Grenzplasmolyse wurde hierbei jener Grad der Zellhautablösung betrachtet, bei dem sich in der Mehrzahl der untersuchten Zellen eine gerade noch einwandfrei wahrnehmbare Spur von Plasma-Kontraktion feststellen ließ.

Als Plasmolytika wurden Kaliumnitrat (KNO_3)- und Rohrzuckerlösungen aus reinsten Präparaten der Fa. Dr. Bender & Dr. Hobein, München, verwendet. Als Lösungs- und Verdünnungsmittel diente einfach destilliertes Wasser; die Lösungen waren volumnormal. Die Konzentrationsdifferenz benachbarter Lösungen betrug bei Rohrzucker 0,05 Mol., bei Kaliumnitrat 0,025 Mol. Die Messungen wurden häufig mit beiden Lösungen zugleich durchgeführt, um vergleichbare Zahlenwerte zu erhalten; anfangs wurden die Untersuchungen mit Rohrzucker gemacht, doch wurde später trotz der mit Salzlösungen verbundenen Nachteile ausschließlich mit Kaliumnitrat gearbeitet, da es sich in der Handhabung und Aufbewahrung für die etwas einfachen Verhältnisse der Arbeitshütte in Grafrath geeigneter erwiesen hatte als Rohrzucker.

Während der Dauer der osmotischen Untersuchungen, die ja in den Sommermonaten gemacht werden mußten, war versucht worden, die Lösungstemperatur durch Wasserkühlung¹⁾ möglichst auf 15 ° C zu halten oder sie wenigstens nur um ein Geringes zu überschreiten, um eine Veränderung der osmotischen Kraft der Lösung durch Temperaturerhöhung zu verhindern. Zum weiteren gegenseitigen Vergleich der beiden Lösungen wurden die ermittelten Werte mit dem osmotischen Koeffizienten 1,64 umgerechnet, wie er sich aus den Arbeiten von De Vries²⁾ und H. Fitting³⁾ als Mittelwert ergibt. De Vries fand bei seinen Untersuchungen als isotonischen Koeffizienten für KNO_3 und Rohrzucker 1,60 (1,596 für $\text{KNO}_3 = 1$, aus 1,88 für $\text{KNO}_3 = 3$), Fitting erhielt Werte von 1,64 und 1,67. Für die bei unseren Untersuchungen in Frage kommenden, meist nur schwach konzentrierten Lösungen ergab sich dabei zwischen KNO_3 - und Rohrzuckerwert teils gute, teils schlechte und in vielen Fällen überhaupt keine Übereinstimmung; besonders in den Monaten Ende Mai bis August 1930 waren die durch Umrechnung ermittelten Rohrzuckerwerte im Durchschnitt um das Dreifache höher als die tatsächlich gemessenen Werte.

Zur Aufbewahrung der verschiedenen, um die Konzentrationsdifferenz abgestuften Ausgangslösungen dienten Glaskappenflaschen mit eingeschliffenem Glasstöpsel von ca. 60 ccm Inhalt; in diesen blieben KNO_3 -Lösungen bei kühler Lagerung zuverlässig mehrere (4—6) Tage haltbar, Rohrzuckerlösungen jedoch hielten sich infolge der leichten Infektion durch Mikroorganismen nur etwa 2—3 Tage einwandfrei. Aus diesen Kappenflaschen wurden jeweils kleinere Mengen als Gebrauchslösungen entnommen und in kleine, mit einem Kork zu verschließende Präparationsgläschen von ca. 5 ccm Inhalt (für jede Konzentrationsstufe 3 Gläschen) abgefüllt, in welche je 3—4 Schnitte direkt nach dem Schneiden aus der Rinde gebracht wurden. Darin wurden sie (wenigstens in den der Grenzkonzentration nahen Lösungen) bei KNO_3 $\frac{1}{2}$ bis 1 Stunde, in Rohrzucker $1\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}$ Stunden belassen. Nach Ablauf dieser Zeiten konnte in keinem Falle mehr eine Veränderung des Plasmas festgestellt werden. Die Einhaltung dieser Zeiten stützte sich neben eigener Beobachtung auf die Arbeiten K. Höflers⁴⁾, H.

¹⁾ Aus einer tiefen Wasserdruckleitung.

²⁾ De Vries, Eine Methode zur Analyse der Turgorkraft, Pringsheims Jahrbücher, Bd. 14, S. 527 u. ff.

³⁾ H. Fitting: Untersuchungen über isotonische Koeffizienten und ihren Nutzen für Permeabilitätsbestimmungen, Jahrb. für wissenschaft. Botanik, Bd. 57/1917, S. 553 ff.

⁴⁾ K. Höfler: Plasmolytisch-volumetrische Methode zur Bestimmung des osmotischen Druckes von Pflanzenzellen, Denkschrift der Akademie der Wissenschaften, Wien, Bd. 95/1918.

Fittings¹⁾ und H. R. Oppenheimers²⁾. Demnach benötigt Rohrzucker zur Herstellung des plasmolytischen Gleichgewichtes eine bedeutend längere Einwirkungszeit als KNO_3 -Lösungen infolge seines geringen Diffusionsvermögens und auch infolge der Adhäsion des Plasmas an die Zellwand, die sich bei ihm manchmal in ziemlich starkem Maße geltend macht.

Die Plasmolyse-Untersuchung wurde vorgenommen 1. im Parenchym der primären (grünen) Rinde, 2. im Parenchym der sekundären Rinde (Bast); bei letzterer wurde wieder unterschieden zwischen älterem Bast und dem (letztgebildeten) Jungbast nächst dem Kambium; nur die ersten, im Sommer 1929 von Rippel durchgeführten Untersuchungen erstreckten sich lediglich auf den Bast allein, wobei Rippel aber nicht zwischen älterem und Jungbast unterscheidet. Die älteste Bastschicht mit ihren zusammengepreßten Siebröhren bleibt dabei außer Betracht, da ihre Elemente nicht mehr in Funktion sind.

Die Untersuchung der Grenzplasmolyse und die Messung des osmotischen Wertes geschah in der Weise, daß zunächst aus dem Versuchsstück oder aus dem stehenden Baum an zwei Stellen in gleicher Höhe ein kleines Rindenquadrat (2×3 cm) ausgeschnitten und daran sofort nach Entfernung der Korkschicht (mit dem Skalpell) dünne Oberflächen-schnitte = tangentielle Längsschnitte mit dem Rasiermesser gemacht und sogleich in die Lösungen gebracht wurden; einige Vorsicht erforderte dabei die Vermeidung der Harzkanäle. Für die mikroskopische Untersuchung des Bastes erwiesen sich Rasiermesser-Schnitte als unbrauchbar; es zeigte sich als das Zweckmäßigste, mit dem Skalpell oder Rasiermesser möglichst dünne, ca. 3 mm breite und etwa 5 mm lange Streifen abzuziehen, wobei sich die wenigsten Zellenverletzungen und gute Bilder ergaben. Wesentlich ist für diese mikroskopischen Präparate, daß die Schnitte oder Streifen nicht zu dünn ausfallen; die Zellen, in denen der Grad der Plasmolyse festgestellt werden soll, müssen stets durch eine Lage unverletzter Zellen von der Schnitt- oder Ablösungsfläche getrennt sein, da in den Randlagen immer abnorme Erscheinungen auftreten.

Die innerhalb der Rinde (zwischen grüner Rinde und Bast) gefundenen Unterschiede waren durchaus nicht gleichmäßig, aber immer nur gering; in etwa der Hälfte der Fälle war überhaupt kein Unterschied feststellbar.

¹⁾ H. Fitting: Untersuchungen über isotonische Koeffizienten und ihren Nutzen für Permeabilitätsbestimmungen, Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. 57/1917, S. 553 ff.

²⁾ H. R. Oppenheimer: Über Zuverlässigkeit u. Anwendungsgrenzen der üblichsten Methoden zur Bestimmung der osmotischen Konzentration pflanzl. Zellsäfte, Planta 16/1932, S. 467.

b) Methodik der Käferversuche.

Die eigentlichen Käferversuche, das Ansetzen derselben an den Stamm, wurde, wie eingangs erwähnt, auf zweifache Art durchgeführt: 1. am abgeschnittenen Baumstück (Rundling), 2. am stehenden Baum im Walde.

1. Am abgeschnittenen Baumstück (Rundling).

In dem 30—34jährigen Fichtenbestande des Versuchsgartens zu Grafrath wurde eine möglichst astreine Fichte gefällt, ihr Alter durch Jahrringzählung ermittelt, Baumhöhe und Brusthöhendurchmesser gemessen und der jeweilige Knospenzustand festgestellt. Hierauf wurden aus dem Stamm einige (3—4) je ca. 40 cm lange Stücke — die Versuchsstücke — und jeweils ein sog. „Kontrollstück“, das etwa 20 cm lang und an eines der vorigen Stücke anschließend gewachsen war, ausgeschnitten. Die Stücke wurden dann an der Schnittfläche, besonders an der Rinde, sofort mit Vaseline bestrichen, um Verdunstung zu verhindern, hierauf bezeichnet und in Wachstuch eingeschlagen mit dem nächsten Zuge nach München ins Institut befördert. (Nur

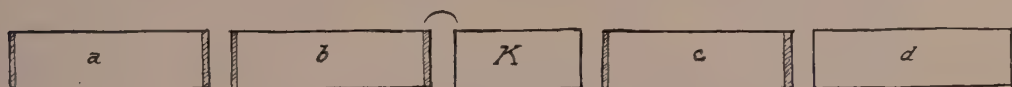


Abb. 3. Versuchsstücke und Kontrollstück (K).

die ersten Versuche im Sommer 1929 wurden ausschließlich in Grafrath durchgeführt.) Es wurde zunächst das Frischgewicht der Versuchsstücke und an einem davon durch Grenzplasmolyse der osmotische Wert bestimmt; sodann wurden die Stücke zum Schutze gegen rasche Verdunstung an beiden Enden paraffiniert (mit Ausnahme eines nicht paraffinierten Parallelstückes, um an diesem die Vorgänge bei rascherem und größerem Wasserverlust beobachten zu können) und dann wieder gewogen, um später durch laufende Wägungen die Gewichtsabnahme durch Verdunstung feststellen zu können.

Das „Kontrollstück“ diente zur Gewichts- und Volumenbestimmung; es wurde daher außer dem Frischgewicht noch sein Frischvolumen mit einem Präzisionsxyrometer bestimmt und zwar nach Möglichkeit für Holz und Rinde getrennt, d. h. wenn sich die Rinde abziehen ließ. Dann wurde das Kontrollstück gespalten, erst an der Luft und hernach in einem Trockenofen bei 105° C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet, zur Abkühlung in einen Exsikkator gebracht und hierauf das Trockengewicht und das Trockenvolumen ermittelt und auf diese Weise also der Wassergehalt von Holz und Rinde, sowie die Volumenverminderung durch Wasserverdunstung festgestellt.

Die paraffinierten Versuchsstücke und das jeweils nicht paraffinierte Parallelstück wurden nach ihrer Wägung und Bezeichnung in kleine Säcke aus glattem, weißen Baumwollstoff gebracht (sog. Sackmethode), eine bestimmte Anzahl frischer Käfer beigegeben und auf einer Holzstallage in einer Hütte des Universitätshofes waagrecht liegend aufbewahrt¹⁾. Es wurde sodann erst täglich, später jeden 3. Tag das Verhalten der Käfer kontrolliert und dabei stets auch das Gewicht jedes Stückes zur Bestimmung der verdunsteten Wassermenge festgestellt. Sobald sich die ersten Käfer in die grüne Rinde eingebohrst hatten, wurde der osmotische Wert des Stückes möglichst in der Nähe der Einbohrlöcher bestimmt. Die entstandene Wunde wurde sofort wieder mit flüssigem Paraffin verschlossen. Um wieder das ursprüngliche Gewicht des nunmehr verletzten Stückes herzustellen, wurde die Paraffinauflage durch einige Pinselstriche entsprechend verstärkt. Die nächste Bestimmung des osmotischen Wertes wurde vorgenommen, nachdem sich die Mehrzahl der Käfer eingebohrst hatte. Um mit Sicherheit die richtige Zahl der eingebohrten Käfer zu erhalten, wurde diese auf folgende Art festgestellt: 1. Aus der Zahl der Einbohrlöcher (unzuverlässig, weil sehr oft mehrere Käfer durch ein Bohrloch eindringen), 2. aus der Zahl der im Sack verbliebenen lebenden und 3. der vorhandenen toten Käfer. Aus der Differenz zwischen den beigegebenen und den noch übrig gebliebenen lebenden und toten Käfern mußte sich die Zahl der tatsächlich eingebohrten ergeben. Diese sorgfältige Zählung war bei der Kleinheit vieler Käfer (*polygraphus* und *chalcographus*) und bei den oft schwer zu findenden Bohrlöchern notwendig. Um die alten und neuen Bohrlöcher besser unterscheiden zu können, wurden sie mit verschiedenen Farben markiert. Am besten wirkte ein farbiger Kreis (mit Fettstift) um das Bohrloch. An einem der Versuchsstücke wurde jeweils durch Nachschneiden der Bohrgänge festgestellt, wie weit die Käfer eingedrungen waren und ob sie sich weiterhin in der Rinde behaupten konnten.

Es wurden also bei der Sackmethode:

1. das Frischgewicht der Versuchsstücke und ihr frischer osmotischer Wert bestimmt,
2. die Stücke dann paraffiniert gewogen und mit einer bestimmten Anzahl von Käfern im Sack besetzt,
3. nach dem Einbohren des ersten Käfers in die Rinde der osmotische Wert und das Gewicht des Stückes ermittelt,
4. Nach dem Einbohren der Mehrzahl der Käfer der osmotische Wert und das Gewicht bzw. der Wasserverlust festgestellt.

¹⁾ Wir geben die Methode mit Rücksicht auf spätere Versuchsanstellungen so detailliert, weil über die Sackmethode von Pauly in der Literatur genauere Mitteilungen nicht gemacht wurden.

Die Beschaffung der erforderlichen Borkenkäfer geschah in der Weise, daß in den Monaten Januar bis März aus verschiedenen bayer. Forstämtern größere Fichtenstücke, die mit Käferlarven gut besetzt waren, erbeten wurden. Diese Stammstücke kamen nach Bestimmung der Käferart ebenfalls in Säcke aus glattem Baumwollstoff und wurden auf einer Holzstellage, die mit einem leichten Dach versehen war, gelagert, wo das Auskriechen der Käfer abgewartet wurde. Für die Versuche am stehenden Baum in Grafrath wurden die Käfer in der gleichen Weise an Ort und Stelle beschafft. Je nach der Witterung war die anfallende Käfermenge verschieden, aber für die jeweiligen Versuche fast immer ausreichend.

2. Bei Versuchen am stehenden Baum.

Für diese Versuche wurde folgendes Verfahren angewandt: Es wurde um eine möglichst astfreie und glattrindige Stammpartie von etwa 60 cm Länge eine lose Umhüllung von glattem, weißem Baumwollstoff geschaffen, indem die Längsseite des Tuches doppelt gefaltet und mit Büroklammern dicht zugeheftet und dasselbe oben und unten fest auf den Stamm gebunden wurde, doch nicht so streng, daß dadurch die Saftzirkulation beeinträchtigt worden wäre. In diese sackähnliche Umhüllung wurde dann eine bestimmte Anzahl von Borkenkäfern beigegeben. Bei kleineren Käfern wurden zuvor noch ev. vorhandene alte Aststummel etc. mit Paraffin überstrichen, um ein Verschwinden der Käfer zu verhindern und die Kontrolle zu erleichtern.

Die Bestimmung des osmotischen Wertes wurde beim Einbohren des ersten Käfers in die grüne Rinde vorgenommen; bei Stämmen mit Einsägungen oder Wurzelverletzungen, bei denen der osmotische Wert nicht einem gesunden Baum gleichzusetzen war, wurde dieser schon beim Ansetzen der Käfer festgestellt.

Zur Unterscheidung der alten und neuen Bohrlöcher wurden diese, wie bei der Sackmethode, mit verschiedenen Farbstiften gekennzeichnet. Auch die Feststellung der tatsächlichen Einbohrungen erfolgte auf die gleiche Weise, wie sie im Vorausgehenden geschildert ist.

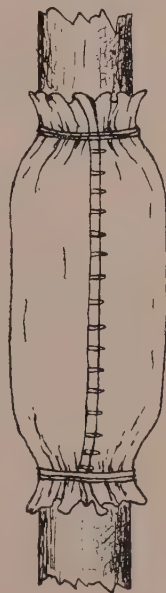


Abb. 4.
Anordnung des
Sackes am steh-
enden Baum.

B. Versuche.

1. Versuche im Sommer 1929

nach K. Rippel.

Die Versuche über die Borkenkäferfrage wurden im Sommer 1929 in Angriff genommen; die ersten Arbeiten wurden von Herrn K. Rippel geleistet, ihr Verlauf und die gewonnenen Resultate sollen zunächst hier als Ganzes für sich dargestellt werden:

I. Vergleichende osmotische Messungen an normalen und an beschädigten Fichten.

1. Osmotische Messungen an normalen Fichten.

Im Laufe des Sommers 1929 wurden durch Messungen an zehn 32jährigen Fichten, die zu verschiedenen Zeitabständen und durchschnittlich in 1,3 m Baumhöhe erfolgten, nachstehende osmotische Werte der sekundären Rinde festgestellt:

19. Juni:	28. Juli:	5. Aug.	19. Sept.
1. 0,68 Mol.	0,95 Mol.	1,02 Mol.	1,27 Mol. Rohrzucker
2. 0,68	0,98	1,03	1,29
3. 0,76	1,00	1,06	1,30
4. 0,67	0,95	1,01	1,29
5. 0,75	0,99	1,05	1,31
6. 0,75	0,98	1,05	1,30
7. 0,76	1,01	1,10	1,34
8. 0,76	1,03	1,11	1,34
9. 0,78	1,10	1,14	1,37
10. 0,76	1,02	1,08	1,30
Mittelwert: 0,74	1,00	1,06	1,31

Bis in die zweite Hälfte des Juli löste sich die Rinde leicht und saftig vom Holzteil sie „ging“, am 23. Juli nicht mehr an allen Fichten, Ende August überhaupt nicht mehr.

Obige Tabelle zeigt im Kurvenbild deutlich, wie der osmotische Wert im Laufe des trockenen Sommers 1929 einer steten Zunahme unterlag. Gemessen wurde die osmotische Konzentration an den Parenchymzellen des Bastes.

2. Osmotische Messungen an geringelten Fichten.

Diese Versuche sollten zeigen, wie weit eine Fichte durch Ringelung beeinträchtigt wird und ob sie durch diese Schädigung einem Käferbefall eher zum Opfer fallen kann.

Die Ringelungen sind nur Unterbrechungen der Rinde und somit der Harzkanäle und der Siebröhren; sie führen zur Stauung der von der Krone herabgeleiteten Eiweißstoffe und Kohlehydrate und regen hiedurch und durch Wundreiz zu sehr gesteigertem Wachstum oberhalb

des Ringes an. Unterhalb der Ringelung tritt dagegen Hunger ein und eine Zuwachsminderung bis zum Nullpunkt. Außerdem führt die Entrindung zur Verdunstung und zu einer Luftaufnahme im bloßgelegten Holzkörper und zur Behinderung der Wasserleitung auf diesem Wege.

19. Juni: Zwei Fichten wurden in 1,7 m Höhe geringelt, indem die Rinde in einem 25 cm breiten Streifen, ohne den Holzteil zu verletzen, abgezogen wurde. Die osmotischen Werte des Bastparenchyms der beiden Versuchsbäume waren unmittelbar vorher 0,68 bzw. 0,72 Mol. Rohrzucker.
23. Juni: 4 Tage später ergaben die Messungen oberhalb der Ringelung: 0,71 bzw. 0,74 Mol., unterhalb der Ringelung 0,68 bzw. 0,72 Mol. Rohrzucker.
5. August: Die Messungen nach 6 Wochen ergaben oberhalb der Ringelung 2,46 bzw. 2,54 Mol., unterhalb derselben 0,69 bzw. 0,73 Mol. Oberhalb der Ringelung löste sich die Rinde leicht ab, unterhalb derselben nicht mehr.
19. September: Nach 3 Monaten ergaben sich folgende Werte: Oberhalb der Ringelung 3,30—3,70, unterhalb 0,70 Mol. An der zweiten Fichte oberhalb der Ringelung 3,50—3,80 Mol., unterhalb 0,75 Mol. Über der Ringelung löste sich die Rinde noch leicht ab. Erwähnt sei noch, daß erwartungsgemäß die Zellen oberhalb der Ringelung mit Assimilaten vollgepfropft, während unterhalb keine Assimilate in den Zellen enthalten waren.

II. Beziehungen des osmotischen Wertes zum Käferbefall.

1. Nach der Sackmethode am Rundling (abgeschnittenem Baumstück).

Die ersten Untersuchungen wurden im Sommer 1929 in Grafrath angestellt. Dabei wurden bei den Versuchen nach der Sackmethode die mit Käfern besetzten Baumstücke teils in einer Waldhütte, teils im Freien gelagert. Eine fortlaufende Wägung der paraffinierten Stücke und die jedesmalige Feststellung des durch Verdunstung bewirkten Wasserverlustes waren damals unterblieben, nur Einzelbeobachtungen wurden gemacht. Auch die Aufschreibung der jeweiligen Witterung war nur unvollständig durchgeführt worden.

1. Versuch: Am 15. Mai wurde eine Fichte gefällt und liegen gelassen.

Am 31. Mai wurden aus ihr 4 je $\frac{1}{2}$ m lange Stücke herausgesägt, von denen zwei einen osmotischen Wert von 0,67 Mol. und zwei 0,75 Mol. Rohrzucker zeigten. Die Stücke wurden an den Abschnitten paraffiniert und in einem gemeinsamen Sack mit 150 polygraphus besetzt.

3. Juni: Es haben sich 123 Käfer eingebohrt, 27 sind tot.

2. Versuch: Am 16. Juni wurde eine Fichte gefällt und unverändert liegen gelassen.

28. Juni: Aus dieser Fichte wurden 2 Stammstücke herausgesägt von je $\frac{1}{2}$ m Länge, die einen osmotischen Wert von 0,71 Mol. Rohrzucker besaßen; die Stücke wurden an den Enden paraffiniert und mit 100 polygraphus in einem gemeinsamen Sack besetzt. Wetter: geringe Niederschläge, mäßig warm.

29. Juni: Es haben sich 60 Käfer eingebohrt, gleichmäßig auf beide Stammstücke verteilt. 5 Käfer sind noch lebend im Sack, 5 Stück sind tot.
30. Juni: Weitere 12 Käfer sind tot, der Rest (23 Stück) hat sich eingebohrt. Wetter: trocken, mäßig warm.
3. Versuch: Bei diesem Versuch wurde neben den osmotischen Verhältnissen auch der Wasserverlust bestimmt, der sich bei dem paraffinierten Stammstück infolge der Verdunstung durch die Rinde hindurch einstellt.
8. Juli: Die Fichte wird gefällt, ein 1 m langes Stück (mit 19 Jahrringen) herausgesägt und gewogen, dann an beiden Enden paraffiniert und wieder gewogen und in einem Sack mit 150 Käfern (polygraphus) besetzt. Der osmotische Wert des Bastes betrug 0,70 Mol. Rohrzucker, das Frischgewicht des Stückes 11795 g und nach dem Paraffinieren 11844 g. Wetter: kräftiger Regen, kühl.
11. Juli: Noch keine Einbohrung. Wetter: trocken, wärmer werdend.
17. Juli: 96 Käfer haben sich eingebohrt, 51 sind tot, 3 lebend im Sack. Es werden 30 neue Käfer hinzugesetzt.
Gewicht des Stückes: 11770 g, was einem Wasserverlust von 74 g (0,63%) entspricht. Als osmotischer Wert des Bastes wurden 0,72 Mol. Rohrzucker gemessen. Wetter: trocken, sehr warm.
25. Juli: Gewicht des Stückes 11637 g, was einem Wasserverlust von 133 g (= 1,13%) entspricht. Der osmotische Wert betrug 0,76 Mol.
5. August: Gewicht des Stückes: 11604 g, was einem Wasserverlust von 166 g (= 1,41%) gegenüber dem Frischgewicht entspricht. Als osmotischer Wert wurden 0,78 Mol. Rohrzucker im Bast ermittelt.
(Über das Verhalten der am 17. Juli beigefügten Käfer macht Rippel bei den letzten 2 Beobachtungen keine Angaben.)
4. Versuch: Ein Parallelversuch wurde in der nämlichen Weise durchgeführt.
12. Juli: Eine Fichte wird gefällt und ein 1 m langes Stück herausgesägt, wie vor gewogen und paraffiniert. Der osmotische Wert des Bastes betrug 0,80 Mol., das Frischgewicht des Stückes 7101 g, nach dem Paraffinieren 7116 g.
Beigegeben wurden in einem Sack 100 Käfer (polygraphus).
Wetter: warm und trocken, nach vorhergegangener kühler und feuchter Witterung.
14. Juli: Noch keine Einbohrung.
17. Juli: Es haben sich 28 Käfer eingebohrt, 55 sind tot und 17 lebend im Sack. Gewicht des Stückes: 7095 g, was einem Wasserverlust von 21 g (= 0,31 %) entspricht. Der osmotische Wert im Bast betrug 0,82 Mol. Rohrzucker. Wetter: sehr warm und trocken.
Es werden neuerdings 100 Käfer hinzugesetzt.
25. Juli: 85 Käfer haben sich im Ganzen eingebohrt, 29 sind tot und 31 lebend im Sack. Gewicht des Stammstückes: 7036 g, was einen Gesamtwasserverlust von 80 g (= 1,13%) bedeutet. Als osmotischer Wert wurden 0,84 Mol. gemessen. Wetter: sehr warm und trocken, ab 25. Juli einige leichte Gewitterregen.
5. August: Gewicht des Stückes: 7009 g, demnach gesamter Wasserverlust 107 g (= 1,51%); osmotischer Wert: 0,85 Mol. Rohrzucker im Bast.
Anschließend an dieses 1 m lange Stammstück wurde ein 25 cm langes Stück aus derselben Fichte abgesägt, um daran das Trockengewicht von Holz und Rinde zu bestimmen. Die Trocknung erfolgte im Trockenschrank bei 105° C bis zur Gewichtskonstanz.

Frischgewicht des Holzes:	1486 g,	Frischgewicht der Rinde:	150 g,
Trockengewicht „ „	711 g,	Trockengewicht „ „	55 g,
Wassergehalt „ „	775 g,	Wassergehalt „ „	95 g,
= 52,2%		= 63,3 %	

5. **Versuch:** Bei diesem und dem nachfolgenden Versuch wurden die Säcke mit den Baumstücken und den Käfern nicht in einer Hütte, sondern im Freien gelagert.
15. Mai: Es wurde eine Fichte gefällt und im Bestande liegen gelassen
4. Juni: Aus ihr wurden 4 etwa $\frac{1}{2}$ m lange Stücke herausgesägt, an beiden Enden paraffiniert und in einem gemeinsamen Sack mit 150 polygraphus besetzt. Als osmotischer Wert waren gleichmäßig 0,71 Mol. im Bast ermittelt worden.
6. Juni: Es haben sich 119 Käfer eingebohrt, die restlichen 31 sind tot.
6. **Versuch:** Am 15. Mai war eine Fichte gefällt worden.
11. Juli: Fast 8 Wochen später wurden aus dieser Fichte 2 Stücke ausgesägt, deren osmotischer Wert 1,44 Mol. im Bast betrug; sie wurden gleichfalls an den Enden paraffiniert und mit 150 Käfern (polygraphus) in einem gemeinsamen Sack besetzt. In den gleichen Sack kamen noch 2 weitere Stammstücke einer am 28. Juni gefällten Fichte, die im Bast einen osmotischen Wert von 0,86 Mol. zeigten. Wetter: trocken, wärmer werdend nach vorausgegangener kühl-feuchter Witterung.
15. Juli: Alle 4 Stücke sind gleichmäßig befallen, 114 Käfer haben sich eingebohrt, 36 sind tot. Wetter: sehr warm und trocken.

Aus diesen Versuchen Nr. 1 mit 6 zieht Rippel folgende Schlüsse:

- Der osmotische Wert steigt in den Baumstücken sehr wenig, weniger, als man aus der Wasserverdunstung erwarten sollte.
- Aus den Versuchsstücken quoll beim Ausschneiden der Rinde kein Harz mehr hervor, wenn sie einige Tage lagerten, während dies bei Bäumen im Walde stets der Fall war. Dagegen war es auch bei Bäumen im Walde nicht mehr der Fall, wenn ihr osmotischer Wert in der Rinde (Bast) auf 2,00 Mol. Rohrzucker gestiegen war.
- Die Einbohrung der Käfer erfolgte an den Baumstücken bei einem osmotischen Wert, wie er ihn später auch an stehenden Bäumen feststellen konnte, ohne daß sich hier die Käfer einzubohren vermochten. Der Käferbefall am Stück setzt erst 3 Tage nach der Fällung des Baumes ein.

In den befallenen Stammstücken konnte Anfang September eine reich entwickelte Brut mit teilweise fertigen Käfern festgestellt werden.

Dazu ist zu bemerken:

Die Frage über das Verhältnis von Wasserverdunstung zur Höhe des osmotischen Wertes ist in den vorliegenden Versuchen zu ungenügend ermittelt, als daß daraus schon ein endgültiges Urteil gefällt werden könnte. Dies gilt besonders für die Versuche 1, 2, 5, 6, wo die in Betracht kommenden Bäume gefällt und erst 2 bis 8 Wochen liegen blieben,

bevor sie zu den Versuchen verwendet wurden. Dadurch wurde ein großer Teil des verdunsteten Wassers nicht erfaßt und sowohl den Wägungen wie auch den Käferversuchen kommt nur mehr untergeordnete Bedeutung zu.

Das gleiche gilt für die Frage des Harzausflusses an den Baumstücken; einige Tage Lagerung im Sack spielen keine große Rolle mehr, wenn die Stämme zuvor schon wochenlang gefällt dagelegen haben.

Ebenso verliert die Behauptung an Wert, daß der Käferbefall am lagernden Stammstück meist nach 3 Tagen einsetzt, wenn die Stücke nicht aus einem frischgefallten, sondern lange gelegenen Baume stammen, wie es hier in 4 von 6 Versuchen der Fall war.

2. Käferversuche an stehenden Fichten im Bestande.

Die nachstehenden Versuche wurden sämtliche mit dem Fichtenborkenkäfer *Polygraphus polygraphus* durchgeführt:

a) Versuche an gesunden, unverletzten Fichten:

1. Versuch:

19. Juni: Eine unverletzte etwa 30jährige Fichte mit einem osmotischen Wert von 0,68 Mol. Rohrzucker im Parenchym des Bastes wird mit 100 Käfern besetzt.
20. Juni: Es hat sich noch kein Käfer eingebohrt, sie sitzen teils an der Borke, teils am Tuch.
21. Juni: Keine Einbohrung, an 8 Stellen ist die Borke und grüne Rinde angebohrt (Versuche), in 4 Fällen stecken die halbeingebohrten Käfer im Harz erstickt tot in den Löchern. Wetter: kühl, und feucht.
26. Juni: Das gleiche Bild, 17 Käfer sind tot. (Wetter: Regen, kühl.)
 1. Juli: Das gleiche Bild, 49 Käfer liegen tot im Sack. (Wetter: kräftige Regen, kühl.)
 7. Juli: Alle noch vorhandenen Käfer sind tot. Eine Einbohrung ist nicht erfolgt. Von den Käfern sind 17 Stück bei Einbohrungsversuchen im Harz erstickt, der Rest liegt tot im Sack. (Wetter: zeitweise Regen, warm.)

2. Versuch:

9. Juli: Eine Fichte mit dem osmotischen Wert von 0,85 Mol. im Bast wird mit 100 Käfern besetzt. (Wetter: kräftige Regen, kühl.)
18. Juli: 75 Käfer sind tot, davon 11 Stück bei Einbohrversuchen in die Rinde im Harz erstickt, 64 liegen tot im Sack, der Rest sitzt an der Borke. (Wetter: ab 11. Juli warm und trocken.)
29. Juli: Alle Käfer sind tot. Eine Einbohrung ist nicht erfolgt. (Wetter: Ende Juli leichte Regen und etwas kühler.)

3. Versuch:

9. Juli: Eine Fichte mit dem osmotischen Wert von 0,82 Mol. im Bast wird mit 150 Käfern besetzt. (Wetter: kräftige Regen, kühl.)
18. Juli: 120 Käfer sind tot, davon stecken 19 Käfer tot in der Rinde, wo sie bei Einbohrversuchen durch Harz getötet wurden; eine Einbohrung ist nicht erfolgt. (Wetter: ab 11. Juli warm und trocken.)
29. Juli: Alle Käfer sind tot, ohne daß eine Einbohrung erfolgt wäre. (Wetter: Ende Juli leichte Regen und etwas kühler.)

4. Versuch:

9. Juli: Eine etwa 30jährige Fichte mit einem osmotischen Wert von 0,84 Mol. im Bast wird auf etwa 1 m Stammlänge mit 200 Käfern besetzt. Es wurde absichtlich eine so hohe Zahl gewählt, um den Käfern einen Massenangriff zu ermöglichen. (Wetter: kräftige Regen, kühl.)
18. Juli: 160 Käfer sind tot, davon 36 bei Einbohrungsversuchen im Harz erstickt; die restigen 40 sitzen an der Borke. (Wetter: ab 11. Juli warm und trocken.)
5. August: Alle Käfer sind tot, eine Einbohrung ist nicht erfolgt.

5. Versuch:

1. August: Eine etwa 30jährige Fichte, bei der im Bast ein osmotischer Wert von 1,01 ermittelt wurde, wird mit 100 Käfern besetzt.
10. August: 73 Käfer sind tot, davon stecken 9 in der Rinde, die bei ihren Einbohrversuchen wohl im Harz umgekommen sind; die übrigen 29 sind an der Borke.
18. August: Alle Käfer sind tot, zum Teil bei Einbohrversuchen im Harz erstickt. Eine Einbohrung ist nicht erfolgt.

6. Versuch:

1. August: Eine gleichartige Fichte wie vor, bei der im Bast ein osmotischer Wert von 1,03 Mol. gemessen wurde, wird mit 200 Käfern besetzt.
10. August: 154 Käfer sind tot, davon 29 im Harz erstickt.
18. August: Nur noch 14 Käfer am Leben, keine Einbohrung.
25. August: Alle Käfer sind tot, eine Einbohrung ist nicht erfolgt.

7. Versuch:

1. August: Eine Fichte mit dem osmotischen Wert von 1,11 Mol. im Bast wird mit 150 Käfern besetzt.
10. August: 113 Käfer sind tot, davon 14 im Harz erstickt.
18. August: Nur noch 7 Käfer am Leben.
25. August: Alle Käfer sind tot, eine Einbohrung ist nicht erfolgt.

8. Versuch:

1. August: Eine etwa 30jährige Fichte mit einem osmotischen Wert von 1,09 Mol. im Bast wird mit 150 Käfern besetzt.
10. August: 122 Käfer sind tot, davon 17 im Harze erstickt.
18. August: Bis auf 2 Käfer sind alle tot; eine Einbohrung ist nicht erfolgt.

Auf Grund der Versuche 1 mit 8 kommt Rippel zu der Ansicht, daß bei gesunden, stehenden Fichten eine erfolgreiche Einbohrung des *Polygraphus poligraphus* nicht möglich ist. Die Käfer bohren sich in die Borke und allenfalls $\frac{1}{2}$ mm tief in die Rinde ein, kommen aber dann im Harze um. Die meisten Käfer gehen jedoch so, ohne ersichtliche Ursache, zugrunde.

Über die Witterung während der Versuche von August an macht Rippel keine Angaben mehr.

b) Versuche an geringelten Fichten:

Die unter Versuch I 2 bei den Untersuchungen über den osmotischen Wert angeführten ca. 30jährigen Fichten, die am 19. Juni durch Abziehen eines 25 cm breiten Rindenstreifens in 1,7 m Höhe geringelt

worden waren, werden oberhalb und unterhalb der Ringelung jeweils mit je 100 Käfern besetzt.

Der Versuch wird durch stetes Ersetzen der toten Käfer durch neue bis zum 10. September fortgesetzt.

Als osmotische Werte im Bast wurden während des Versuches gemessen:

	19. Juni	23. Juni	5. August	19. September
oberhalb:	0,68 u. 0,72	0,71/0,74	2,46/2,54	3,30—3,80 Mol. Rohrzucker,
unterhalb:	0,68 u. 0,72	0,68/0,72	0,69/0,73	0,75 „ „

Die Zellen oberhalb der Ringelung sind vollgepfropft mit Assimilaten. Es erfolgte weder oberhalb noch unterhalb der Ringelung eine Einbohrung.

c) Versuche an eingesägten Fichten:

Von den unter Versuch I, 3 bei den Untersuchungen über den osmotischen Wert angeführten 30jährigen Fichten wurden zwei am 18. Juli bzw. am 6. August in geringer Höhe über dem Boden jeweils ca. 5 cm tief ringsum eingesägt und sogleich mit Käfern besetzt. (Wetter: bis 24. Juli trocken und sehr warm; Ende Juli einige leichte Regen und etwas kühler werdend.)

18. Juli: Mit 100 Käfern besetzt.

23. Juli: 12 Käfer sind tot, davon 7 im Harz erstickt. Die übrigen Käfer sitzen an der Borke. Eine Einbohrung ist nicht erfolgt. Es werden 50 Käfer neu hinzugesetzt.

1. August: Es haben sich 104 Käfer eingebohrt. Der Rest (nicht gezählt) ist tot. Es werden neuerdings 150 Käfer zugegeben.

4. August: 5 Käfer sind tot, die übrigen haben sich alle eingebohrt.

Beide eingesägten Fichten wurden außerdem von freifliegenden *Polygraphus* befallen. Die Einbohrung erfolgte an solchen Stellen der Rinde, wo sich der osmotische Wert um 3,00 Mol. Rohrzucker bewegte. An den übrigen Stellen der Rinde, wo Werte abfallend bis 0,80 Mol. gemessen werden konnten, waren keine Einbohrungen.

Auch aus diesem vorstehenden Versuch sucht Rippel zu beweisen, daß *Polygraphus poligraphus* ein sekundärer Schädling ist.

Zusammenfassung.

Auf Grund vorstehender Versuche stellt Rippel fest:

1. Der osmotische Wert im Bast unverletzter Fichten erfährt im Laufe des Sommers eine stete Zunahme, die jedoch bei weitem nicht den Wert erlangt, bei dem ein Befall durch *Polygraphus poligraphus* möglich ist.
2. Fichten, die im Frühjahr nur geringelt werden, kommen im gleichen Jahr für einen Käferbefall durch *Polygraphus* nicht mehr in Frage.

3. Fichten, die tief genug ringsum eingesägt werden (bis zum physiologischen Kern), sind in 2–3 Wochen für einen Käferbefall reif.
4. Es ist ein grundlegender Unterschied zu machen zwischen den Versuchen an stehenden Bäumen im Walde und den Versuchen mit paraffinierten Stammstücken, d. h. beide Methoden sind zur gegenseitigen Kontrolle nicht verwendbar. An Bäumen im Walde erfolgt der *Polygraphus*-Befall erst bei einem osmotischen Wert von 2,80–3,20 Mol., bei den paraffinierten Stammstücken bei einem osmotischen Wert von etwa 0,70 Mol. Rohrzucker, einem Wert, der dem gesunder Bäume entspricht.

Fortsetzung der Untersuchungen

durch

Forstassessor H a n s H a b e s r e i t e r.

Mit 14 Abbildungen.

2. Versuche im Sommer 1930.

Zur Kontrolle der von Rippel gemachten Untersuchungen und zur weiteren Ausdehnung derselben wurden die Versuche in den beiden nachfolgenden Sommern 1930 und 1931 weitergeführt, möglichst in der Absicht, noch bestehende Unklarheiten zu beheben und bisherige Mängel in der Anordnung und Durchführung der Versuche zu beseitigen.

Bei den Versuchen im Sommer 1930 wurden deshalb noch einmal eingehende osmotische Messungen sowohl am gesunden stehenden, wie auch am verletzten Baum und am abgeschnittenen Baumstück vorgenommen. Ebenso wurden auch die Käferversuche des Vorjahres durchgeführt, erstens nach der Sackmethode am Fichten-Rundling und zweitens am stehenden Baum. Doch wurden hinsichtlich der Käfer die Versuche neben *Polygraphus poligraphus* vor allem auf den Riesenbastkäfer *Dendroctonus micans* und auf *Ips typographus*, den Buchdrucker, ausgedehnt.

I. Vergleichende osmotische Messungen an normalen und an beschädigten Fichten.

Die im folgenden Sommer 1930 vorgenommenen osmotischen Untersuchungen lieferten nachstehende Ergebnisse:

Die Messungen wurden an den nunmehr im Durchschnitt 33 jährigen Fichten des nämlichen Bestandes in Grafrath gemacht und zwar an primärer und sekundärer Rinde in 0,5 bis 2,0 m Baumhöhe mit KNO_3 - und teilweise auch mit Rohrzuckerlösungen. Wo nicht beide Messungen

zusammen ausgeführt wurden, ist — um eine Vergleichsmöglichkeit zu haben — neben dem gemessenen KNO_3 -Wert der ihm entsprechende Rohrzuckerwert angegeben, wie er durch Umrechnung mit dem eingangs (S. 283) besprochenen osmotischen Koeffizienten 1,64 ermittelt wurde.

1. Osmotische Messungen an normalen, stehenden Fichten.

a) 8. Juli:

Witterung: wolzig, bedeckt, Strichregen (9,8 mm), Temperatur: 15° C; an den beiden Vortagen kräftiger Regen (34,7 mm), zuvor trocken und warm.
In 1,5 m Höhe

	grüne Rinde	älterer-	letztgeb. Bast
gemessen mit KNO_3	0,08	0,07	0,07 Mol.
(entspricht Rohrzucker ¹⁾	0,13	0,12	0,12 Mol.)

b) 17. Juli:

Witterung: wolzig, Regen (3,3 mm), Schattentemperatur 20° C., an den beiden Vortagen: kühler, feucht, Regen (über 35 mm).

In 1,3 m (N-Seite des Stammes):

	grüne Rinde	älterer-	letztgeb. Bast
gemessen KNO_3	0,07	0,07	0,07 Mol.
gemessen Rohrzucker	0,55	0,50	0,50 „
(errechnet „ ¹⁾	0,12	0,12	0,12 „)

In 1,5 m Höhe (S-Seite des Stammes):

gemessen KNO_3	0,07—08	0,07	0,07 „
gemessen Rohrzucker	0,70	0,55	0,50 „
(errechnet „ ¹⁾	0,13	0,12	0,12 „)

c) 30. Juli:

Witterung: wolzig-heiter, Schattentemperatur 16° C; Vortage: kühl, feucht, Regen (23 mm).

In 1,5 m Höhe (Ostseite)	grüne Rinde	älterer-	letztgeb. Bast
gemessen KNO_3	0,07	0,06	0,06 Mol.
(errechnet Rohrzucker)	0,12	0,10	0,10 „)

In 1,5 m Höhe (Westseite)

gemessen KNO_3	0,07	0,06—07	0,06 „
= errechnet Rohrzucker)	0,12	0,10—11	0,10 „)

d) 7. August:

Witterung: kühl, Regen (3,2 mm), Schattentemperatur 12° C; Vortage: etwas wärmer, wolzig, Regen (23,4 mm).

In 0,5 m Höhe	grüne Rinde	älterer-	letztgeb. Bast
gemessen KNO_3	0,06	0,06	0,05—06 Mol.
gemessen Rohrzucker	0,50	0,50	0,45—50 „
(errechnet „ ¹⁾	0,10	0,10	0,09—10 „

¹⁾ Bei diesen im Juli und Anfang August vorgenommenen Untersuchungen an gesunden Fichtenstangen ergibt sich zwischen dem errechneten Rohrzuckerwert, wie er durch Umrechnung mit dem osmotischen Koeffizienten aus dem KNO_3 -Wert erhalten wurde, und dem tatsächlich gefundenen Zuckerwert keine Übereinstimmung; letzterer ist im Durchschnitt 4—5 mal größer.

In 1,0 m Höhe	grüne Rinde	älter-	letzgeb. Bast
gemessen KNO_3	0,06	0,06	0,05 Mol.
gemessen Rohrzucker	0,50	0,55	0,45 „
(errechnet „ ¹⁾	0,10	0,10	0,10 „)
In 2,0 m Höhe			
gemessen KNO_3	0,07	0,06	0,05 „
gemessen Rohrzucker	0,55	0,50	0,50 „)
(errechnet „ ¹⁾	0,11	0,10	0,08 „)

2. Osmotische Messungen an geringelten Fichten.

- a) Eine 33jährige Fichte wurde am 3. Juli geringelt, indem in 1,4 m Baumhöhe ein 2 cm breiter Rindenstreifen bis auf den Splint abgezogen wurde.

Am 17. Juli, also nach 2 Wochen:

25 cm unterhalb der Ringelung:

	grüne Rinde	älter-	letzgebild. Bast
gemessen KNO_3	0,07	0,07	0,05 Mol.
(= errechnet Zucker	0,12	0,12	0,08 „)

Das zur Untersuchung benötigte Rindenstück ließ sich nur sehr schwer abziehen, die Rinde ist trocken.

25 cm oberhalb der Ringelung:

gemessen KNO_3	0,25	0,25	0,30 Mol.
(= errechnet Zucker	0,41	0,41	0,49 „).

Die Rinde war hier saftig und leicht abzuziehen.

Am 7. August, nach 5 Wochen:

25 cm unterhalb der Ringelung:

	grüne Rinde	älter-	letzgebild. Bast
gemessen KNO_3	0,07	0,08	0,06 Mol.
(= errechnet Zucker	0,12	0,13	0,10 „)

Die Rinde war hier trocken und sehr schwer ablösbar.

25 cm oberhalb der Ringelung:

gemessen KNO_3	0,31	0,31	0,30 Mol.
(= errechnet Zucker	0,51	0,51	0,49 „)

Die Rinde war saftig und leicht abzulösen.

- b) Am 10. Juli wurde in gleicher Weise eine ebenfalls 33jährige Fichte durch Entfernung eines 2 cm breiten Rindenstreifens in 1,5 m Höhe geringelt.

¹⁾ Bei diesen im Juli und Anfang August vorgenommenen Untersuchungen an gesunden Fichtenstangen ergibt sich zwischen dem errechneten Rohrzuckerwert, wie er durch Umrechnung mit dem osmotischen Koeffizienten aus dem KNO_3 -Wert erhalten wurde, und dem tatsächlich gefundenen Zuckerwert keine Übereinstimmung; letzterer ist im Durchschnitt 4—5mal größer.

Am 18. Juli, nach 10 Tagen:

50 cm unterhalb der Ringelung:

	grüne Rinde	älterer-	letztgebild. Bast
gemessen KNO_3	0,08	0,07	0,07 Mol.
(= errechnet Zucker 0,13 . . .)	0,13	0,12	0,12 „)

50 cm oberhalb der Ringelung:

gemessen KNO_3	0,17	0,15	0,15 „
(= errechnet Zucker)	0,28	0,25	0,25 „)

Am 7. August, nach 4 Wochen:

50 cm unterhalb der Ringelung:

gemessen KNO_3	0,09	0,07	0,07 Mol.
(errechnet Zucker)	0,15	0,12	0,12 „)

50 cm oberhalb der Ringelung:

gemessen KNO_3	0,29	0,27	0,27 Mol.
(= errechnet Zucker)	0,48	0,44	0,44 „)

Bei diesen beiden Ringelungsversuchen ist festzustellen, daß der osmotische Wert oberhalb der Ringelung durch Zuckeranhäufung ziemlich rasch ansteigt, während er unterhalb derselben wegen mangelnder Zuckerzufuhr lange Zeit unverändert bleibt und kaum merklich nach Verlauf von 5 Wochen zunimmt.

3. Osmotische Messungen am abgeschnittenen Baumstück (Rundling).

a) 7. April: Witterung: wolkig, ziemlich windig, ohne Niederschläge, Schattentemperatur: 19°C ; Vortage warm und trocken. Knospen des Baumes noch völlig im Winterzustand.

		Grüne Rinde	älterer-	letztgeb. Bast
Stück I, Basalstück	KNO_3 . . .	0,20	0,20	0,20 Mol.
(0,30 m über dem Boden):	Rohrzucker	0,30	0,30	0,32 „
Stück II	KNO_3 . . .	0,20	0,20	0,20 „
(0,75 m über dem Boden):	Rohrzucker	0,30	0,33	0,30 „
Stück III	KNO_3 . . .	0,25	0,25	0,25 „
(5 m über dem Boden):	Rohrzucker	0,37	0,37	0,35 „
Stück IV, grüne Astpartie	KNO_3 . . .	0,28	0,28/30	0,28 „
(7,5 m üb. dem Boden)	Rohrzucker	0,45	0,45	0,45 „

Mit zunehmender Baumhöhe ergibt sich hier auch eine Zunahme des osmotischen Wertes. KNO_3 - und Rohrzuckerwerte stimmen verhältnismäßig gut überein, letztere sind etwas kleiner als sie bei Um-

rechnung durch den osm. Koeffizienten erhalten werden (0,20 Mol. $\text{KNO}_3 = 0,32$ Mol. Rohrzucker.)

Kontrollstück: Frischgewicht:	856,5 g	Frischvolumen:	954 ccm
Trockengewicht:	394,5 g	Trockenvolumen:	768 ccm
Wassergehalt:		Schwund:	
= 54,0%		= 19,5%	

Getrennte Messung von Holz und Rinde war noch nicht möglich, weil die Rinde nicht „ging“.

b) 23. April: Witterung: heiter, fast wolkenlos, Schattentemperatur 16°C ; Vortage jedoch kühl und 5 Tage ununterbrochen Regen. Knospen noch unverändert im Winterzustande.

		Grüne Rinde	älter-	letzgeb. Bast
Stück I: Basalstück	KNO_3 . .	0,17	0,17	0,16 Mol.
(30 cm über dem Boden)	Rohrzucker	0,28	0,28	0,28 „
Stück II:	KNO_3 . .	0,15	0,15	0,15 „
(1 m über dem Boden)	Rohrzucker	0,27	0,27	0,26 „
Stück III:	KNO_3 . .	0,15	0,15	0,15 „
(4 m über dem Boden)	Rohrzucker	0,27	0,27	0,27 „
Stück IV:				
(7 m über dem Boden)	KNO_3 . .	0,17	0,17	0,17 „
(grüne Astpartie)	Rohrzucker	0,30	0,30	0,30 „

Es zeigt sich mit zunehmender Baumhöhe keine regelmäßige Zunahme des osmotischen Wertes; beim Basalstück und in 7 m Höhe ergibt sich fast der nämliche Wert; die beiden Zwischenwerte sind sonderbarerweise etwas kleiner. KNO_3 - und Rohrzucker-Werte stimmen hier sehr gut überein.

Kontrollstück: Frischgewicht:	1178,4 g	Frischvolumen:	1315 ccm
Trockengewicht:	509,9 g	Trockenvolumen:	1081 ccm
Wassergehalt:		Schwund:	
= 56,8%		= 17,7%	

Getrennte Messung von Holz und Rinde war noch nicht möglich.

c) 29. April: Witterung: wolzig und ziemlich windig, Schattentemperatur 19°C ; vorausgegangene Tage warm und trocken. Knospen immer noch im Winterzustande.

		Grüne Rinde	älter-	letzgeb. Bast
Stück I: Basalstück	KNO_3 . .	0,13	0,13	0,13 Mol.
(30 cm über dem Boden)	Rohrzucker	0,22	0,22	0,22 „
Stück II:	KNO_3 . .	0,13	0,13	0,13 „
(1 m über dem Boden)	Rohrzucker	0,22	0,22	0,22 „
Stück III:	KNO_3 . .	0,13	0,13	0,08 „
(3 m über dem Boden)	Rohrzucker	0,25	0,25	0,20 „
Stück IV:	KNO_3 . .	0,13	0,13	0,10 „
(5 m über dem Boden)	Rohrzucker	0,25	0,25	0,18 „

Kontrollstück: Frischgewicht:	707,2 g	Frischvolumen:	825 cem
Trockengewicht:	375,4 g	Trockenvolumen:	687 cem
Wassergehalt:	331,8 g	Schwund:	138 cem
	= 46,9%		= 16,7%.

Getrennte Messung von Holz und Rinde war noch nicht möglich.

d) 6. Mai: Witterung: heiter, leicht bewölkt, windstill, Schattentemperatur 19° C; Vortage heiter-wolkig, am Vorabend kräftiger Gewitterregen (19,7 mm), sonst trocken. Die Knospen beginnen eben auszutreiben, die Rinde „geht“.

		Grüne Rinde	älterer-	letztgeb. Bast
Stück I:	KNO ₃ . .	0,17	0,17	0,08 Mol.
(1 m über dem Boden)	Rohrzucker	0,30	0,29	0,20 „
Stück II:	KNO ₃ . .	0,17	0,17	0,08 „
(5 m über dem Boden)	Rohrzucker	0,30	0,30	0,17 „
Stück III:				
(8 m über dem Boden)	KNO ₃ . .	0,20	0,20	0,08 „
grüne Astpartie	Rohrzucker	0,35	0,32	0,17 „

In 1 m und 5 m Höhe ist der osmotische Wert der grünen Rinde und des älteren Bastes unverändert, erst in 8 m Höhe, im Bereiche der grünen Äste, zeigt sich eine Erhöhung desselben. Auffallend ist der niedrige osmotische Wert des letztgebildeten Bastes. Hier kommt es nach der von Münch bestätigten und begründeten Annahme Theodor Hartigs dazu, daß in der Kambialschicht viel Lösungswasser der Assimilate, die hier wieder feste Form annehmen, frei wird. Im allgemeinen entsprechen die Rohrzuckerwerte nicht ganz den KNO₃-Werten; erstere sind etwas größer (0,17 KNO₃ würden 0,28 Mol. Rohrzucker nach der Umrechnung durch den osm. Koeffizienten entsprechen.)

Kontrollstück:

	Holz	Rinde	Zusammen		Holz	Rinde	Zus.
Frischgewicht:	1076,3	115,1	1191,4 g	Frischvolumen:	1230	135	1365 cem
Trockengewicht:	536,0	48,8	584,8 g	Trockenvolumen:	1061	70	1131 cem
Wassergehalt:	540,3	66,3	506,6 g	Schwund:	169	65	234 cem
	= 50,2	= 57,7	= 50,9 %		= 13,7	= 48,2	= 17,1 %

e) 13. Mai: Witterung: wolkig, windig, zeitweise Regen (16,5 mm), Schattentemperatur 11,5° C; Vortage bedeckt, Regen (53 mm). Die Knospen treiben aus.

		Grüne Rinde	älterer-	letztgeb. Bast
Stück I:	KNO ₃ . .	0,18	0,18	0,18 Mol.
(1 m über dem Boden)	Rohrzucker	0,60	0,60	0,60 „
Stück II:	KNO ₃ . .	0,20	0,20	0,15 „
(5 m über dem Boden)	Rohrzucker	0,65	0,65	0,65 „
		(Zuckerreaktion sehr ungleich und undeutlich).		
Stück III:	KNO ₃ . .	0,25	0,25	0,15 „
(7,5 m über dem Boden)	Rohrzucker	0,75	0,75	0,75 „
grüne Astpartie		(Zuckerreaktion sehr ungleichmäßig).		

(Auffallend ist gegenüber den vorigen Messungen, daß die Rohrzuckerwerte fast doppelt so groß sind als bisher, während bei Kaliumnitrat der osmotische Wert nahezu gleich hoch bleibt. Der Grund dafür dürfte wohl, da beide Lösungen frisch zubereitet waren, nicht in einem verschiedenen osmotischen Verhalten der Lösungen zu suchen sein. Die Erscheinung ist um so sonderbarer, als sie gerade mit dem Austreiben der Knospen zusammenfällt. Die Rohrzuckerlösung ergibt hier ähnliche Werte, wie wir sie bei den Untersuchungen an stehenden Fichten erhalten haben. Es ist darum anzunehmen, daß die durch das Erwachen der Vegetation veränderte Saftströmung im Baum vielleicht die Ursache ist. Doch ist dies keine hinreichende Erklärung, da sich in diesem Falle auch bei Kaliumnitrat ganz andere Werte hätten erheben müssen. Auch steht diese Erscheinung mit den Beobachtungen der meisten Osmose-Forscher in Widerspruch insofern, als sie gerade zur Zeit des Laubausbruches die niedersten osmotischen Werte festgestellt haben.)

Kontrollstück:

	Holz	Rinde	Zusammen		Holz	Rinde	Zusammen
Frischgew.:	984,1	136,3	1120,4 g	Frischvol.	1040	160	1196 ccm
Trockengew.:	496,6	62,4	559,0 g	Trockenvol.:	862	94	956 ccm
Wassergehalt:	487,5	73,9	561,4 g	Schwund:	178	66	240 ccm
	= 49,5	= 54,3	= 50,1%		= 17,1	= 41,3	= 20,1%

f) 20. Mai: Witterung: wolkig-bedeckt, leichter Wind, Schattentemperatur 13° C; Vortage wolkig, kühl, Strichregen (7,6 mm). Die Knospen sind noch wenig ausgetrieben.

		Grüne Rinde	älter-	letztgeb. Bast
Stück I:	KNO ₃ . .	0,20	0,20	0,18 Mol.
(1 m über dem Boden)	Rohrzucker	0,70	0,70	0,70 „
Stück II:	KNO ₃ . .	0,25	0,25	0,25 „
(5 m über dem Boden)	Rohrzucker	0,75	0,75	0,75 „
		(Rohrzuckerreaktion sehr unklar)		
Stück III:	KNO ₃ . .	0,30	0,30	0,30 „
(8 m über dem Boden)	Rohrzucker	0,90	0,90	0,90 „
		(Rohrzuckerreaktion sehr unregelmäßig).		

(Es gilt hier das gleiche wie das bei der vorigen Untersuchung Gesagte; nur ist noch hinzuzufügen, daß die Plasmolyseerscheinungen bei Rohrzucker sehr unklar und unregelmäßig sind, die nur schwer einen zahlenmäßigen Wert feststellen lassen.)

Kontrollstück:

	Holz	Rinde	Zusammen		Holz	Rinde	Zusammen
Frischgew.:	939,1	110,4	1049,5 g	Frischvol.:	1065	135	1198 ccm
Trockengew.:	463,9	48,3	512,3 g	Trockenvol.:	921	71	992 ccm
Wassergehalt:	475,2	62,1	537,3 g	Schwund:	144	64	206 ccm
	= 50,6	= 56,5	= 51,2%		= 13,5	= 47,4	= 17,1%

g) 30. Mai: Witterung: heiter-wolkenlos, Schattentemperatur 25° C; Vortage wolzig-bedeckt, trocken, warm (18° C). Die jungen Triebe der Fichten sind etwa 3–4 cm lang.

		Grüne Rinde	älter-	letzgeb. Bast
Stück I:	KNO ₃ . .	0,15	0,15	0,10 Mol.
(1 m über dem Boden)	Rohrzucker	0,60	0,60	0,55
Stück II:	KNO ₃ . .	0,15	0,15	0,12 „
(4,5 m über dem Boden)	Rohrzucker	0,65	0,65	0,60 „
Stück III:	KNO ₃ . .	0,10	0,15	0,15 „
(7 m über dem Boden)	Rohrzucker	0,60	0,60	0,60 „

grüne Astpartie).

Auch hier zeigen sich zwischen den beiden Lösungen dieselben hohen Spannungsunterschiede wie vor. Doch gewinnt man gerade hier den Eindruck, als spielte bei Rohrzucker (auch nach 2–4 Stunden) die Adhäsion eine besonders große Rolle. Weiter ist noch festzustellen, daß Kaliumnitratlösung bei den letzten Beobachtungen und hier besonders deutlich immer Konvexplasmolyse, Rohrzuckerlösung dagegen Konkavplasmolyse bewirkte, was auch für die Annahme starker Adhäsion bei Rohrzucker spricht.



Abb. 5. a) KNO₃ (Konvexplasmolyse). b) Rohrzucker (Konkavplasmolyse).

Eine Zunahme des osmotischen Wertes mit zunehmender Baumhöhe ist hier nicht zu beobachten; die Konzentration der grünen Rinde ist in größerer Höhe sogar geringer.

Kontrollstück:

	Holz	Rinde	Zusammen		Holz	Rinde	Zusammen
Frischgew.:	574,6	84,5	659,1 g	Frischvol.:	625	95	720 ccm
Trockengew.:	299,0	37,3	336,3 g	Trockenvol.:	550	51	601 ccm
Wassergehalt:	275,6	47,2	322,8 g	Schwund:	75	44	119 ccm
	= 47,9	= 55,6	= 49,0%		= 12,0	= 46,3	= 16,5%

h) 3. Juni: Witterung: heiter-wolzig, Schattentemperatur 20° C; Vortage ebenso, zweimal abends Gewitterregen (4,6 mm). Die jungen Triebe des Baumes sind ca. 4 cm lang.

		Grüne Rinde	älter-	letzgeb. Bast
Stück I:	KNO ₃ . .	0,20	0,20	0,18 Mol.
(1 m über dem Boden)	Rohrzucker	0,65	0,65	0,65 „
Stück II:	KNO ₃ . .	0,20	0,20	0,17 „
(4 m über dem Boden)	Rohrzucker	0,60	0,60	0,60 „
Stück III:	KNO ₃ . .	0,15	0,15	0,15 „
(7,5 m über dem Boden)	Rohrzucker	0,60	0,60	0,60 „

grüne Astpartie)

(Rohrzuckerreaktion sehr unregelmäßig).

Es gilt hier auch das vorhin Gesagte. Die Rohrzuckerreaktionen sind wieder sehr unklar und unregelmäßig.

Der osmotische Wert zeigt mit zunehmender Baumhöhe keine Zunahme, sondern eine deutliche Abnahme.

Kontrollstück:

	Holz	Rinde	Zusammen		Holz	Rinde	Zusammen
Frischgew.:	689,7	93,8	783,5 g	Frischvol.:	730	115	845 ccm
Trockengew.:	320,9	38,6	359,5 g	Trockenvol.:	638	56	694 ccm
Wassergehalt:	368,8	55,2	424,0 g	Schwund:	92	59	151 ccm
	= 53,5	= 58,7	= 54,1%		= 12,6	= 51,2	= 17,9%

**Zusammenstellung der osmotischen Messungsergebnisse
aus den Sommern 1929 und 1930.**

a) An stehenden gesunden Fichtenstangen in zirka 1 m Baumhöhe.

Z e i t	Grüne Rinde		Älterer Bast		Letztgebild. Bast	
	KNO ₃	Zucker	NKO ₃	Zucker	KNO ₃	Zucker
R 19. Juni	—	—	—	0,74	—	— Mol.
8. Juli	0,08	(0,13)	0,07	(0,12)	0,07	(0,12)
17. „	0,07	(0,12)	0,07	(0,12)	0,07	(0,12)
		0,55		0,50		
R 28. Juli	—	—	—	1,00	—	0,50
30. „	0,07	(0,12)	0,06	(0,10)	0,06	(0,10)
R 5. August . .	—	—	—	1,06	—	—
7. „	0,06	(0,10)	0,06	(0,10)	0,05	(0,08)
		0,50		0,55		0,45
R 19. August . .	—	—	—	1,31	—	—

(Im Gegensatz zu den tatsächlich gemessenen Zuckerwerten sind die durch Umrechnung der KNO₃-Werte mit dem isotonischen Koeffizienten 1,64 (S. 283) ermittelten Zuckerwerte zum Vergleiche in Klammern beigelegt.)

Vorstehende Übersicht zeigt, daß

1. das von Rippel (cfr. S. 288) gefundene Ansteigen des osmotischen Wertes im älteren Bast von Juni bis September (0,74—1,31 Mol.) durch die übrigen Messungen mit Rohrzucker und KNO₃ nicht bestätigt wird; die KNO₃-Messungen zeigen im Gegenteil umgekehrte Tendenz. (Die von Rippel angegebenen Werte sind in der Tabelle mit R bezeichnet.);
2. die durch Umrechnung der KNO₃-Werte erhaltenen Zuckerwerte mit den tatsächlich gemessenen nicht übereinstimmen; die wirklich gemessenen Rohrzuckerwerte sind im Durchschnitt viermal größer;

3. daß der letztgebildete Bast im allgemeinen etwas kleinere osmotische Werte zeigt, als älterer Bast und grüne Rinde;
4. daß nicht nur zwischen Rohrzucker- und KNO_3 -Werten ein erhebliches Mißverständnis besteht, sondern daß auch die Rohrzuckerwerte selbst nicht miteinander übereinstimmen; die von Rippel angegebenen Werte sind doppelt so groß als die übrigen gemessenen Zuckerwerte und zeigen damit eine außerordentliche Höhe.

b) Am Rundling (abgesägten Baumstück), der aus zirka 1 m Stammhöhe entnommen wurde:

Nr.	Zeit	Wetter	Grüne Rinde		Älterer Bast		Letztgebild. Bast	
			Mol.					
			KNO_3	Zucker	KNO_3	Zucker	KNO_3	Zucker
1	7. April	warm und trocken	0,20	0,30	0,20	0,33	0,20	0,30
2	23. „	5 Vortage Regen	0,15	0,27	0,15	0,27	0,15	0,26
3	29. „	warm und trocken	0,13	0,22	0,13	0,22	0,13	0,22
4	6. Ma.	warm, Vortag Gewitter	0,17	0,30	0,17	0,29	0,08	0,20
5	13. „	wolkig, Regen	0,18	0,60	0,18	0,60	0,18	0,60
6	20. „	wolkig, Vortag Regen	0,20	0,70	0,20	0,70	0,18	0,70
7	30. „	trocken, heiter, warm	0,15	0,60	0,15	0,60	0,10	0,60
8	3. Juni	heiter, Vortag Gewitter	0,20	0,65	0,20	0,65	0,18	0,65
9	25. „	wolkig, Vortage Regen	0,09	0,50	0,09	0,50	0,08	0,47
10	1. Juli	heiter, trocken	0,12	0,70	0,08	0,60	0,08	0,63
11	8. „	wolkig, 3 Vortage Regen	0,12	(0,20)	0,10	(0,16)	0,10	(0,16)
12	22. „	wolkig, Regen	0,10	0,60	0,08	0,55	0,08	0,55
13	30. „	heiter, Vortag Regen	0,09	0,50	0,09	0,50	0,07	0,45
14	19. August	heiter, Vortage Regen	0,07	0,47	0,05	0,45	0,04	0,40
15	26. „	heiter, wolkenlos	0,07	0,20	0,09	0,25	0,09	0,25
16	4. Septbr.	heiter, Vortag Gewitter	0,06	0,13	0,05	0,13	0,07	0,15

(Die bei Nr. 11 in Klammern angegebenen Zuckerwerte sind nicht gemessen, sondern durch Umrechnung der KNO_3 -Werte ermittelt.)

Die Werte unter Nr. 9 mit 16 entstammen nachfolgenden Käferversuchen am Rundling, die zur Vervollständigung der Übersicht hier vorweggenommen wurden.

Bei Versuch Nr. 4 am 6. Mai: Die Knospen treiben eben aus, die Rinde „geht“.

Bei Versuch Nr. 14 am 19. August: Die Rinde läßt sich nicht mehr abziehen.

Obenstehende Übersicht zeigt, daß

1. die KNO_3 -Werte im Ganzen von April bis September fortlaufend kleiner werden. Dabei fällt der osmotische Wert von Anfang bis Ende April, steigt dann bis Ende Mai wieder an und fällt wieder

bis Anfang September. Einige vom allgemeinen Verlauf abweichende und geringe KNO_3 -Werte fallen auf am 6. Mai im letztgebildeten Bast und am 25. Juni in grüner Rinde und Bast.

2. die Rohrzuckerwerte nicht parallel mit den KNO_3 -Werten, sondern unregelmäßig verlaufen und von Nr. 5 mit 14 (Mai mit Anfang August) sehr hoch sind, meist um das 3'—4fache höher, als sie sich durch Umrechnung mit dem isotonischen Koeffizienten ermitteln lassen. Ende August sinken sie wieder auf das anfängliche Niveau und zeigen so annähernde Übereinstimmung mit den KNO_3 -Messungen.
3. Daß zwischen grüner Rinde und Bast nur ein geringer Unterschied in der osmotischen Konzentration oder häufig gar keiner vorhanden ist. Der osmotische Wert des letztgebildeten Bastes ist im allgemeinen etwas kleiner als der des älteren Bastes und der grünen Rinde.
4. Daß ein unmittelbarer Einfluß der Witterung des Beobachtungs- oder des Vortages, ja selbst mehrerer Vortage, auf die Höhe des osmotischen Wertes — soweit er am abgeschnittenen Stück überhaupt feststellbar ist — aus der Zusammenstellung nicht herausgelesen werden kann.

Einige Kalinitratmessungen an Baumstücken, die aus 7 m Höhe entnommen worden waren, wurden auch gelegentlich der vorigen Untersuchungen gemacht und ergaben folgende Werte:

Zeit	Grüne Rinde	Älterer Bast	Letztgeb. Bast
7. April	0,30	0,30	0,30 Mol. KNO_3
23. „	0,17	0,17	0,17
29. „	0,13	0,13	0,10
6. Mai	0,20	0,20	0,08
13. „	0,25	0,25	0,23
20. „	0,30	0,30	0,30
30. „	0,10	0,15	0,15
3. Juni	0,15	0,15	0,15

Die Übersicht zeigt, daß diese Stücke aus 7 m Baumhöhe, meist schon aus dem unteren Bereich der grünen Äste stammend, einen höheren osmotischen Wert aufweisen, als die auf den unteren Baupartien (s. S. 304). Im übrigen zeigt der osmotische Wert hier die gleichen Schwankungen, wie sie aus der vorausgegangenen Übersicht besprochen sind.

Ergebnisse der Gewichts- und Volumenmessungen der Kontrollstücke.

Die Übersicht enthält in Prozenten den Gewichtsverlust und die Volumenminderung der Stücke durch Wasserabgabe infolge Trocknung bis zur Gewichtskonstanz im Trockenofen.

Nr.	Tag	der Fällung		Spez. Gewicht	Osmot. Wert	Wassergehalt-Gewichtsverlust			Volumen-Minderung		
						Holz	Rinde	Zus.	Holz	Rinde	Zus.
					Mol. KNO ₃						
1	1. April	warm und trocken	20° C	0,99	0,20	—	—	54,0	—	—	19,5
2	23. „	5 Vortage Regen	16° C	0,90	0,15	—	—	56,8	—	—	17,7
3	29. „	warm und trocken	20° C	0,86	0,13	—	—	46,9	—	—	16,7
4	6. Mai	warm, Vortag Gewitter	19° C	0,87	0,17	50,2	57,7	50,9	13,7	48,2	17,1
5	13. „	wolkig, Regen	12° C	0,94	0,18	49,5	54,3	50,1	17,1	41,3	20,1
6	20. „	wolkig, Vortag Regen	13° C	0,88	0,20	50,6	56,5	51,2	13,5	47,4	17,1
7	30. „	trocken, heiter, warm	18° C	0,91	0,15	47,9	55,5	49,0	12,0	46,3	16,5
8	3. Juni	heiter, Vortag Gewitter	25° C	0,93	0,20	53,5	58,7	54,1	12,6	51,2	17,9
9	25. „	wolkig, Vortag Regen	26° C	0,99	0,09	59,7	57,9	59,4	16,3	47,6	20,0
10	1. Juli	trocken, heiter	21° C	0,94	0,12	56,0	54,8	55,9	14,8	54,8	20,2
11	8. „	wolkig, Strichregen	15° C	1,00	0,12	55,4	62,7	56,2	13,3	57,6	19,0
12	22. „	wolkig, Regen	17° C	0,96	0,10	50,3	59,4	51,5	13,8	56,0	19,7
13	30. „	wolkig, Vortag Regen	16° C	0,97	0,09	54,2	65,1	55,5	12,7	55,7	18,3
14	19. Aug.	heiter, Vortag Regen	18° C	0,93	0,07	—	—	49,9	—	—	17,8
15	26. „	trocken, wolkenlos	20° C	0,89	0,07	—	—	55,0	—	—	17,7
16	4. Sept.	heiter, Vortag Gewitter	16° C	0,91	0,06	—	—	51,6	—	—	17,9

Die Höchstwerte sind mit —, die niedersten Werte mit unterstrichen.

Eine eindeutige Beziehung zwischen dem osmotischen Wert der grünen Rinde und ihrem Wassergehalt kann aus der Tabelle nicht entnommen werden. Ersterer nimmt von April bis Anfang September im großen und ganzen fortlaufend ab, während der Wassergehalt der Rinde zwischen 54,3 und 65,1 % schwankt. Es fällt auch mit dem Höchst-Wassergehalt der Rinde nicht der niederste osmotische Wert zusammen, ebensowenig ist das Umgekehrte der Fall. Um hier im Stamm völlige Koinzidenz der Werte zu erreichen, sind wohl extreme oder länger einwirkende Witterungsverhältnisse erforderlich.

An dieser Stelle sei über den osmotischen Wert und seine Schwankungen eine kurze Abhandlung eingefügt, zumal die bei unseren Untersuchungen gefundenen zahlenmäßigen Ergebnisse mit den bisherigen wissenschaftlichen Beobachtungen über den osmotischen Wert nicht immer übereinstimmen.

Der osmotische Wert ist keine konstante Größe, seine Höhe ist vielmehr bestimmten Schwankungen unterworfen. Wenn auch einzelne ökologische Pflanzentypen gewisse Eigenheiten aufweisen, so sind doch diese Schwankungen des osmotischen Wertes fast ausschließlich durch

verschiedene Außenfaktoren bedingt. Einzelnen Faktoren kommt dabei eine überragende Rolle zu, aber meist wirken mehrere gleichzeitig zusammen, weil auch sie in gewisser Abhängigkeit zueinander stehen.

Die Größe des osmotischen Wertes ist abhängig:

1. Von der Pflanzenart, ob Baum, Strauch, Kraut oder Gras. Hr. Walter¹⁾ bezeichnet dabei als Artmerkmal die Spanne, innerhalb welcher der osmotische Wert sich bewegen kann; dagegen wird die Höhe des osmotischen Wertes innerhalb dieser Spanne in einem gegebenen Fall von den Außenfaktoren bestimmt.
2. Vom Pflanzenteil (Wurzel, Stengel, Rinde, Blatt). Nach den Untersuchungen von E. Hannig²⁾, Pringsheim³⁾ und A. Ursprung⁴⁾ ist im allgemeinen der osmotische Wert in den Wurzelgeweben geringer als in den Blattzellen, er nimmt im allgemeinen von unten nach oben zu. Ursprung und Blum⁵⁾ fanden ferner, daß bei Zellen in gleicher Höhe die inneren Zellschichten einen höheren osmotischen Wert besaßen als die äußeren. Weiter konnten sie bei jüngeren Blättern und Trieben einen kleineren osmotischen Wert feststellen als bei älteren und völlig ausgewachsenen.
3. Vom Standort, genauer ausgedrückt, von der Standortsfeuchtigkeit, die als wichtigster Faktor angesehen werden kann, besonders in Verbindung mit dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft. Alle bisherigen wissenschaftlichen Untersuchungen stimmen darin überein, daß große Bodenfeuchtigkeit ein Sinken des osmotischen Wertes zur Folge hat und umgekehrt trockener Boden ein Ansteigen desselben (s. De Vries⁶⁾, Pringsheim³⁾, Fitting⁷⁾, Iljin⁸⁾, H. Walter¹⁾). Die Bodenfeuchtigkeit wirkt sich natürlich zunächst auf den osmotischen Wert der Wurzeln aus und

¹⁾ Walter, Heinrich, Die Hydratur der Pflanze und ihre physiologisch-ökologische Bedeutung, Jena 1931.

²⁾ E. Hannig, Untersuchungen über die Verteilung des osmotischen Druckes in der Pflanze in Hinsicht auf die Wasserleitung. Ber. d. d. bot. Ges. 1912, S. 194.

³⁾ E. Pringsheim, Wasserbewegung und Turgoregulation in welkenden Pflanzen. Jahrb. f. wissensch. Bot. 43/1906, S. 111.

⁴⁾ A. Ursprung, Einige Resultate der neuesten Saugkraftstudien, Flora 118/19, 1925, S. 566.

⁵⁾ A. Ursprung und G. Blum, Über die Verteilung des osmotischen Wertes in der Pflanze. Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1916, Bd. 34, S. 88/104.

⁶⁾ De Vries, Eine Methode zur Analyse der Turgorkraft, Pringsh. Jahrb. Bd. 14/1884.

⁷⁾ H. Fitting, Die Wasserversorgung und die osmotischen Druckverhältnisse der Wüstenpflanzen. Zeitschr. f. Bot., 1911, S. 209.

⁸⁾ W. S. Iljin, Der Einfluß der Standortsfeuchtigkeit auf den osmotischen Wert bei Pflanzen. Planta 1929, Bd. 7, S. 45.

erst mittelbar auf die Blätter. Darum spielt in der Frage der Standortsfeuchtigkeit die Bewurzelungstiefe der Pflanzen eine wesentliche Rolle; die Feuchtigkeit ist in den oberen Bodenschichten geringer und wächst allmählich mit der Tiefe.

4. Von der Temperatur. Im großen und ganzen steigt mit zunehmender Temperatur auch der osmotische Wert (Ursprung und Blum¹⁾ und ²⁾. Die gleiche Beobachtung wurde in den meisten Zellgeweben bei einem Sinken der Temperatur unter 0 Grad gemacht, wo mit sinkender Temperatur eine Erhöhung des osmotischen Wertes eintrat. Doch folgt der osmotische Wert nicht streng gesetzmäßig der Temperatur, sondern zeigt bisweilen erhebliche Abweichungen. Bächer³⁾ fand sogar, daß der osmotische Wert mit steigender Temperatur sinkt und umgekehrt; bei extrem hohen Temperaturgraden tritt in den meisten Fällen wieder eine Erhöhung des osmotischen Wertes ein.
5. Vom Licht; der osmotische Wert steigt im Sonnenlicht und künstlichem Lichte an, bei Verdunkelung nimmt er ab. Diese Angaben von De Vries (l. c.) und Copeland⁴⁾ werden durch die Untersuchungen Bäckers³⁾ bestätigt.
6. Vom Wind; über den Einfluß des Windes verbreitet sich namentlich Bächer³⁾; nach seinen Untersuchungen steigt der osmotische Wert um so höher, je größer die Geschwindigkeit des Windes ist und je länger er einwirkt. Seine Wirkung besteht dabei in der Austrocknung des Bodens und in der Erhöhung der Transpirationstätigkeit der Blattorgane.

Aus den oben genannten Faktoren 3 mit 6 (Standortsfeuchtigkeit, Temperatur, Licht und Wind) ergeben sich vor allem für die Blattorgane Schwankungen in der Höhe des osmotischen Wertes, die regelmäßigen Verlauf zeigen und in tägliche und jährliche Schwankungen unterschieden werden können.

a) Tägliche Schwankungen des osmotischen Wertes:

Entsprechend dem Verlauf der täglichen Temperatur-, Licht- und Feuchtigkeitskurve stellten Ursprung und Blum⁵⁾ ein Ansteigen

¹⁾ A. Ursprung und G. Blum, Über die Verteilung des osmotischen Wertes in der Pflanze. Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1916, Bd. 34, S. 88/104.

²⁾ A. Ursprung und G. Blum, Über den Einfluß der Außenbedingungen auf den osmotischen Wert. Bericht d. deutsch. bot. Ges., 1916, S. 123.

³⁾ J. Bächer, Über die Abhängigkeit des osmotischen Wertes von einigen Außenfaktoren. Beihefte zum bot. Zentralbl., 1920, I, 37, S. 63.

⁴⁾ Copeland, Über den Einfluß von Licht und Temperatur auf den Turgor. Inaug. Dissert. Halle, 1896.

⁵⁾ A. Ursprung und G. Blum, Über die periodischen Schwankungen des osmotischen Wertes. Ber. d. deutsch. bot. Ges., 1916, B. 34, S. 105.

des osmotischen Wertes vom frühen Morgen bis zum späten Nachmittag und von hier aus wieder ein Fallen bis zum andern Morgen fest. Blagowestschenskij¹⁾ nimmt als Ursache für das Ansteigen des osmotischen Wertes untertags die Aufspeicherung von Assimilationsprodukten an. Auch H. Walter (l. c.) gibt neben Erhöhung des osmotischen Wertes durch Wasserverlust ein Ansteigen desselben durch Neubildung von osmotisch wirksamen Substanzen zu. Das Maximum des osmotischen Wertes fand auch er in den frühen Morgenstunden, das Minimum desselben am späten Nachmittag.

b) Jährliche Schwankungen des osmotischen Wertes:

Den klimatischen Schwankungen entsprechend zeigt auch der osmotische Wert periodische jahreszeitliche Unterschiede; die höchsten osmotischen Werte fanden Ursprung und Blum (l. c. S. 308) in den Wintermonaten (November mit Februar), die niedersten Werte in den Monaten Mai, Juni und Juli. Auch H. Walter (l. c.) stellte im Winter die größten osmotischen Werte fest; als Zeitpunkt des niedersten osmotischen Wertes gibt er die Zeit des Austreibens der Pflanzen an. Blagowestschenskij¹⁾ ermittelte bei seinen Untersuchungen an Pflanzen Mittelasiens deutliche Schwankungen des osmotischen Wertes zwischen Blütezeit und dem Ende der Vegetationsperiode.

Es ist jedoch zu beachten, daß alle diese auf die Höhe des osmotischen Wertes einwirkenden Außenfaktoren auf so große und mit so umfangreichem und tiefgehendem Wurzelwerk ausgestattete Pflanzen, wie sie unsere Waldbäume darstellen, einen viel geringeren Einfluß haben als auf Sträucher, krautartige Gewächse und Gräser. Und diese Einwirkung wird sich zunächst nur auf Blattoorgane und Wurzeln erstrecken, viel weniger auf den Stamm. Um hier eine Beeinflussung des osmotischen Wertes zu erzielen, sind ganz extreme Fälle mit langer Einwirkungsdauer erforderlich.

Im Rahmen unserer Versuche spielen diese Schwankungen des osmotischen Wertes keine Rolle, da sie bei der Gleichartigkeit des Fichtenbestandes und der gegebenen Verhältnisse für die Dauer der Versuche für uns ausscheiden.

II. Beziehungen des osmotischen Wertes zum Käferbefall.

1. Versuche an Fi-Rundlingen unmittelbar nach der Fällung (Sackmethode).

1. Versuch am 25. Juni. Witterung: wolkig-heiter, Schattentemperatur: 21,5° C; Vortage: warm, kräftige Gewitterregen am 23. und 24. (38,8 mm). Fichte: 34 Jahre alt, 10,5 m lang, 9 cm Brusthöhendurchmesser.

¹⁾ A. W. Blagowestschensky, Untersuchungen über die osmotischen Werte bei Pflanzen Mitteleuropas. — Jahrb. f. wissensch. Bot., 1928, B. 69, S. 191.

Kontrollstück:

	Rinde	Holz	Zusammen		Holz	Rinde	Zus.
Frischgew.:	1098,6	128,5	1227,1 g	Frischvol.:	1095	145	1240 cem
Trockengew.:	443,8	54,1	497,9 g	Trockenvol.:	916	76	992 cem
Wassergehalt:	654,8	74,4	729,2 g	Schwund:	179	69	248 cem
	= 59,7	= 57,9	= 59,4 %		= 16,3	= 47,6	= 20,0 %

Als osmotischer Wert wurde am frischen Stück (aus 1,5 m Höhe) ermittelt:

	primäre (grüne)	sekundäre Rinde älterer-	letzgebild. Bast
KNO ₃	0,09	0,09	0,08 Mol.
Rohrzucker	0,50	0,50	0,45—0,50 Mol.

Stück a (beidendig paraffiniert):

Gewicht am 25. Juni: 4724 g mit 5 *dendroctonus micans* besetzt,
 „ „ 26. „ 4707 g (0,35% Wasserverlust), 4 Käfer eingebohrt, 1 tot,
 „ „ 27. „ 4702 g (0,46% „), die 4 eingebohrten Käfer
 bohren ihre Gänge unbehindert weiter; geringer Harz-
 austritt störte nicht.

Stück b (beidendig paraffiniert):

Gewicht am 25. Juni: 2764 g mit 50 *polygraphus* besetzt;
 „ „ 26. „ 2761 g 4 Käfer haben angefangen, sich in die Borke einzu-
 bohren, 2 sind tot (zerquetscht) und 44 lebend im
 Sack.
 „ „ 27. „ 2757 g (= 0,25% Wasserverlust), 3 Käfer haben sich ein-
 bohrt, 2 tot und 43 lebend im Sack.
 Osmotischer Wert: grüne Rinde älterer- letzgeb. Bast
 KNO₃ . . . 0,12 0,10 0,10 Mol.
 „ „ 30 „ 2749 g (= 0,54% Wasserverlust), 19 Käfer eingebohrt,
 9 tot und 18 lebend im Sack.
 „ „ 4. Juli: 2736 g (= — 1,01%), 29 Käfer eingebohrt, 8 tot im Sack.
 Osmotischer Wert: grüne Rinde älterer- letzgeb. Bast
 KNO₃ . . . 0,13 0,10 0,10 Mol.

Stück c (beidendig paraffiniert):

Gewicht am 25. Juni: 2742 g mit 50 *polygraphus* besetzt;
 „ „ 26. „ 2740 g 3 Käfer beginnen in der Borke zu bohren;
 „ „ 27. „ 2735 g (= — 0,26%), 4 Käfer eingebohrt, 4 sind tot und
 42 lebend im Sack.
 Osmotischer Wert: grüne Rinde älterer- letzgeb. Bast
 KNO₃ . . . 0,11 0,10 0,10 Mol.
 „ „ 4. Juli: 2706 g (= — 1,31%), 35 Käfer haben sich eingebohrt,
 6 liegen tot und 5 lebend im Sack.

Stück d (nicht paraffiniert):

Gewicht am 25. Juni: 2095 g mit 50 *polygraphus* besetzt;
 „ „ 26. „ 2084 g (= — 0,53%), 1 Käfer bohrt die Borke an, 49 sitzen
 teils auf dem Prügel teils am Sack;
 „ „ 27. „ 2070 g (= — 1,19%), 23 Käfer eingebohrt, 2 tot und
 15 lebend im Sack;
 Osmotischer Wert: grüne Rinde älterer- letzgeb. Bast
 KNO₃ . . . 0,09 0,09 0,09 Mol.
 „ „ 4. Juli: 1989 g (= — 5,06%), 46 Käfer eingebohrt, 2 tot im Sack.

2. Versuch am 1. Juli. Witterung: wolkenlos, Schattentemperatur: 25° C; Vortage: heiter, trocken. Fichte: 33 Jahre alt, 10 m lang, 9 cm Brusthöhendurchmesser.

Kontrollstück:

	Holz	Rinde	Zusammen		Holz	Rinde	Zusammen
Frischgew.:	847,9	100,5	948,4 g	Frischvol.:	870	135	1005 ccm
Trockengew.:	373,1	45,7	418,8 g	Trockenvol.:	741	61	802 ccm
<hr/>							
Wassergehalt:	474,8	54,8	529,6 g	Schwund:	129	74	203 ccm
	= 56,0	= 54,8	= 55,9%		= 14,8	= 54,8	= 20,2 %

Als osmotischer Wert wurde am frischen Stück (aus 1,5 m Höhe) ermittelt:

	primäre (grüne)	sekundäre Rinde älterer- 	
KNO ₃	0,12	0,08	0,08 Mol.
Rohrzucker	0,70	0,60	0,60—0,65 Mol.

Stück a (beidendig paraffiniert):

Gewicht am 1. Juli: 2353 g mit 10 *typographus* besetzt,

„ „ 4. „ 2344 g 10 Käfer tot, ohne erkennliche Ursache.

Stück b (beidendig paraffiniert):

Gewicht am 1. Juli: 2394 g mit 10 *typographus* besetzt,

„ „ 4. „ 2384 g 5 Käfer eingebohrt, 5 tot,

„ „ 7. „ 2371 g Käfer bohren unbehindert weiter.

Am 4. Juli gemessen: Osmot. Wert: grüne Rinde älterer- letztgeb. Bast
KNO₃ 0,08 0,08 0,08 Mol.

Stück c (nicht paraffiniert):

Gewicht am 1. Juli: 2165 g mit 10 *typographus* besetzt,

„ „ 4. „ 2126 g 6 Käfer eingebohrt, 2 tot, 2 übrig im Sack.

Osmot. Wert: 0,10 0,10 0,10 Mol.

„ „ 7. „ 2084 g 8 Käfer eingebohrt (5 Bohrlöcher vorhanden), Bohrlöcher sind ziemlich gleichmäßig am ganzen Stück verteilt, die Enden des Prügels wurden nicht bevorzugt.

3. Versuch am 8. Juli. Witterung: wolkig-Strichregen (9,8 mm), Schattentemperatur: 15° C; Vortage: warm, wolkenlos, an den beiden letzten Tagen kräftige Gewitterregen (34,7 mm). Fichte: 34 Jahre alt, 9,5 m lang, 8 cm Brusthöhendurchmesser.

Kontrollstück:

	Holz	Rinde	Zusammen		Holz	Rinde	Zus.
Frischgew.:	636,1	78,3	714,4 g	Frischvol.:	623	92	715 ccm
Trockengew.:	283,5	29,4	312,9 g	Trockenvol.:	540	39	579 ccm
<hr/>							
Wassergehalt:	352,6	48,9	401,5 g	Schwund:	83	53	136 ccm
	= 55,4	= 62,7	= 56,2 %		= 13,3	= 57,6	= 19,0%

Als osmotischer Wert wurde am frischen Stück (aus 1,5 m Höhe) ermittelt:

	Grüne Rinde	älterer-	letztgeb. Bast
KNO ₃	0,12	0,10	0,10 Mol.

Stück a (beidendig paraffiniert):

Gewicht am	8. Juli: 1448 g	mit 30 <i>polygraphus</i> besetzt,
„ „	11. „ 1442 g	4 Käfer, die Borke anbohrend, 1 tot, 25 im Sack.
„ „	15. „ 1439 g	8 eingebohrt, 5 sind tot im Harz stecken geblieben, 16 tot im Sack.
	Osmot. Wert:	grüne Rinde älterer- letztgeb. Bast
	KNO ₃	0,12 0,10 0,10 Mol.
„ „	23. Okt.: 1353 g	Käfer größtenteils noch lebend, zahlreiche Larven vorhanden.

Stück b (beidendig paraffiniert):

Gewicht am	8. Juli: 1596 g	mit 30 <i>polygraphus</i> besetzt,
„ „	11. „ 1590 g	= (— 0,39%), 3 Käfer, die Borke anbohrend, 2 tot, 25 im Sack.
„ „	15. „ 1589 g	= (— 0,44%), 8 eingebohrt, 5 tot im Harz stecken geblieben, 16 tot im Sack.
	Osmot. Wert:	grüne Rinde älterer- letztgeb. Bast
	KNO ₃	0,11 0,11 0,11 Mol.
„ „	23. Okt.: 1499 g	= (— 6,07%), einige Käfer sind noch lebend, frisches Bohrmehl vorhanden, zahlreiche Larven befinden sich in den Gängen.

Stück c (beidendig paraffiniert):

Gewicht am	8. Juli: 1444 g	mit 30 <i>polygraphus</i> besetzt,
„ „	11. „ 1439 g	= (— 0,35%), 1 Käfer eingebohrt, 2 haben an der Borke angefangen zu bohren, 1 tot, 26 übrig im Sack.
„ „	15. „ 1435 g	= (— 0,62%), 15 Käfer eingebohrt, 3 tot im Harz stecken geblieben, 8 tot im Sack, 3 lebend im Sack.
„ „	23. Okt.: 1341 g	= (— 7,13%), einige Käfer sind noch lebend, die Mehrzahl ist tot in weißen Schimmelpilz eingehüllt in den Gängen und nur einzelne Larven vorhanden.

Stück d (nur einseitig paraffiniert):

Gewicht am	8. Juli: 1128 g	mit 30 <i>polygraphus</i> besetzt,
„ „	11. „ 1112 g	= (— 1,42%), 8 Käfer die Borke an der offenen Stirnseite anbohrend, 1 tot im Sack.
„ „	15. „ 1098 g	= (— 2,66%), 18 Käfer eingebohrt, 2 sind tot im Harz stecken geblieben, 7 tot im Sack, 2 übrig; $\frac{2}{3}$ der Einbohrlöcher befinden sich an der offenen, nicht paraffinierten Stirnseite.
	Osmot. Wert:	grüne Rinde älterer- letztgeb. Bast
	KNO ₃	0,12 0,12 0,12 Mol.
„ „	23. Okt.: 983 g	= (— 12,8%) einzelne Käfer noch lebend, kräftiger Bohrmehlauswurf, zahlreiche Larven vorhanden.

Die Zahl der Einbohrungen in den ersten Tagen scheint verhältnismäßig gering. Als Hauptgrund darf nach den Beobachtungen dafür das mit dem 10. ds. eingetretene kalte Wetter (Regen mit 11–16° C) angenommen werden. Die Käfer hängen steif und lustlos an der Sackleinwand.

Bei den Stücken c und d wurde nach ca. 3 Wochen, nachdem die Käfer im Sack beigegeben waren, beobachtet, daß einzelne der eingebohrten (gleich hinter dem Einbohrloch) und einige der halbeingebohrten Käfer (die also nur mit ihrer vorderen Hälfte in der Rinde steckten) tot waren, ohne daß die Ursache ersichtlich war; es war bei diesen weder Harz ausgetreten, in dem sie hätten ersticken müssen, noch lag sonst eine erkenntliche mechanische Schädigung vor.

4. Versuch am 22. Juli. Witterung: heiter-wolkig, Schattentemperatur: 17° C; Vortage: heiter-wolkig, jeden Tag Gewitterregen (in den letzten 6 Tagen über 45 mm). Fichte: 34 Jahre alt, 10 m lang, 8 cm Brusthöhendurchmesser.

Kontrollstück:

	Holz	Rinde	Zusammen		Holz	Rinde	Zusammen
Frischgew.:	444,9	64,8	509,7 g	Frischvol.:	457	75	532 ccm
Trockengew.:	221,0	26,3	247,3 g	Trockenvol.:	394	33	427 ccm
Wassergehalt:	223,9	38,5	262,4 g	Schwund:	63	42	105 ccm
	= 50,3	= 59,4	= 51,5%		= 13,8	= 56,0	= 19,7%

Als osmotischer Wert wurde am frischen Stück (aus 1,5 m Höhe) ermittelt:

	Grüne Rinde	älterer-	letztgeb. Bast
KNO ₃ . . .	0,10	0,08	0,08 Mol.
Rohrzucker.	0,60	0,55	0,55 Mol.

Stück a (beidendig paraffiniert):

Gewicht am	22. Juli:	1507 g	(Druckbestimmung)
„ „	25. „	1502 g	mit 20 <i>polygraphus</i> besetzt,
„ „	29. „	1497 g	= (— 0,66%), 14 Käfer eingebohrt, 2 tot im Sack, 14 lebend übrig, (13 Einbohrlöcher, davon 11 nahe beisammen in der Nähe eines Prügelendes).
			Osmot. Wert: grüne R. älterer- letztgeb. Bast
			KNO ₃ 0,12 0,12 0,12 Mol.
„ „	23. Okt.:	1414 g	= (— 6,16%), Käfer meist noch lebend, viel Bohrmehl, keine Harzausscheidung.

Stück b (beidendig paraffiniert):

Gewicht am	22. Juli:	1295 g	mit 50 <i>polygraphus</i> besetzt,
„ „	25. „	1280 g	= (— 1,14%), 13 Käfer eingebohrt, 1 tot, 36 übrig im Sack; an 3 Stellen waren die Harzkanäle direkt angebohrt worden; das stark austretende Harz vertrieb die Käfer wieder.
			Osmot. Wert: grüne Rinde älterer- letztgeb. Bast
			KNO ₃ 0,11 0,08 0,08 Mol.

Gewicht am 29. „ 1277 g = (— 1,39%), 39 Käfer eingebohrt, 3 tot, 7 im Sack vorhanden.
 „ „ 23. Okt.: 1211 g = (— 6,50%), Käfer noch lebend, viel Bohrmehl vorhanden, wenig Larven festzustellen.

Stück c (beidendig paraffiniert):

Gewicht am 22. Juli: 1147 g mit 50 *polygraphus* besetzt,
 „ „ 25. „ 1143 g = (— 0,35%), 12 Käfer eingebohrt, 3 tot im Sack.
 Osmot. Wert: grüne Rinde älterer- letztgeb. Bast
 KNO_3 . . . 0,06 0,06 0,05 Mol.
 „ „ 29. „ 1138 g = (— 0,78%), 37 Käfer eingebohrt, 4 tot, 6 übrig im Sack.
 „ „ 23. Aug.: 1118 g = (— 2,53%), 29 Käfer eingebohrt, 4 tot im Sack, 10 lebend übrig; vorhanden sind 36 Bohrlöcher; daß hier die Zahl der eingebohrten Käfer zurückging, ist darauf zurückzuführen, daß viele Käfer ihre Bohrgänge wegen Harzfluß verlassen mußten und sich nur z. T. wieder neu eingebohrt hatten.
 „ „ 23. Okt.: 1001 g = (— 12,7%), nur vereinzelte Käfer sind noch lebend, die anderen liegen meist tot, von Schimmelpilzen eingehüllt, in den Gängen Larven, sind nicht vorhanden.

Stück d (nicht paraffiniert):

Gewicht am 22. Juli: 961 g mit 50 *polygraphus* besetzt,
 „ „ 25. „ 949 g = (— 1,24%), 5 Käfer eingebohrt (davon 3 an der nicht paraffinierten Stirnseite), 1 tot, 44 übrig im Sack;
 „ „ 29. „ 937 g = (— 2,50%), 42 Käfer eingebohrt (davon nur 8 an den nicht paraffinierten Enden), 4 tot, 3 lebend im Sack;
 „ „ 30. Aug.: 850 g = (— 11,5%), 38 Käfer eingebohrt, 5 tot, 2 übrig im Sack;
 Osmot. Wert: grüne Rinde älterer- letztgeb. Bast
 KNO_3 . . . 0,07 0,07 0,09 Mol.
 Einige Käfer hatten auch hier ihre Gänge wieder verlassen. Beim Nachschneiden zeigte sich, daß etwa $\frac{1}{5}$ der eingebohrten Käfer im Harz erstickt waren, während etwa ein weiteres $\frac{1}{5}$ tot in Schimmel eingehüllt in den Gängen lag, der Rest ist noch lebend.
 „ „ 23. Okt.: 747 g = (— 22,3%), Käfer sind noch größtenteils lebendig, einzelne Larven vorhanden. In den Bohrgängen ist vielfach Harzausscheidung in Form kleiner milchigweißer Tröpfchen zu sehen; in den Gängen ist außerdem viel weißer Schimmelpilz vorhanden.

5. Versuch am 30. Juli. Witterung: wolkig-heiter; Schattentemperatur: 16° C; Vortage: wolkig, kühler, am 24., 25. und 28. kräftige Regen (über 78 mm). Fichte: 34 Jahre alt, 10,5 m lang, 8 cm Brusthöhendurchmesser.

Kontrollstück:

	Holz	Rinde	Zusammen		Holz	Rinde	Zus.
Frischgew.:	573,9	77,3	651,2 g	Frischvol.:	584	88	672 cem
Trockengew.:	262,6	27,2	289,8 g	Trockenvol.:	510	39	549 cem
Wassergehalt:	311,3	50,1	361,4 g	Schwund:	74	49	123 cem
	= 54,2	= 65,1	= 55,5%		= 12,7	= 55,7	= 18,3 %

Als osmotischer Wert wurde am frischen Stück (aus 1,5 m Höhe) ermittelt:

	Grüne Rinde	älterer-	letzgeb. Bast
KNO ₃ . .	0,09	0,09	0,07 Mol.
Rohrzucker	0,50	0,50	0,45 „

(Nach Umrechnung mit dem osmot. Koeffizienten 1,64 sollten sich Rohrzuckerwerte von 0,15 bzw. 0,12 Mol. ergeben, es besteht also immer noch der früher erwähnte große Spannungsunterschied.)

Stück a (beidendig paraffiniert):

Gewicht am	30. Juli:	1546 g	mit 20 <i>typographus</i> besetzt,
„ „	3. Aug.:	1540 g	= (— 0,38%), 15 Käfer eingebohrt, 3 tot, 2 übrig im Sack;
			Osmot. Wert: grüne Rinde älterer- letzgeb. Bast
			KNO ₃ 0,09 0,09 0,08 Mol.
„ „	23. „	1514 g	= (— 2,07%), 17 Käfer eingebohrt (= alle noch vorhandenen), 2 Bohrlöcher zeigen starken Harzfluß, sie wurden aber von den Käfern vorzeitig verlassen; außerdem ist auch leichter Schimmelpilz in den Bohrlöchern.
„ „	23. Okt.:	1439 g	= (— 6,92%), viel Bohrmehl vorhanden, Käfer meist lebendig; von den Eingängen her ist der weiße Schimmelpilz weit in die Gänge eingedrungen, die dann gegen ihn von den Käfern mit Bohrmehl abgedichtet waren.

Stück b (beidendig paraffiniert):

Gewicht am	30. Juli:	1364 g	mit 50 <i>polygraphus</i> besetzt.
„ „	4. Aug.:	1358 g	= (— 0,45%), 12 Käfer haben sich eingebohrt, 5 stecken tot zur Hälfte im Bohrloch (ohne Harz), 27 sind tot und 6 lebend im Sack.
			Osmot. Wert: grüne Rinde älterer- letzgeb. Bast
			KNO ₃ 0,09 0,09 0,08 Mol.
„ „	23. Aug.:	1345 g	= (— 1,40%), 19 Käfer haben sich eingebohrt, 4 liegen tot im Sack; von 17 Bohrlöchern zeigen 10 starken Harzausfluß, beim Nachschneiden fanden sich die meisten Käfer darin erstickt vor.
„ „	23. Okt.:	1309 g	= (— 4,03%), sämtliche Käfer liegen tot im Harz.

Stück c (beidendig paraffiniert):

Gewicht am	30. Juli:	1393 g	mit 50 <i>polygraphus</i> besetzt,
„ „	4. Aug.:	1386 g	= (— 0,50%), 24 Käfer eingebohrt (18 Löcher), 21 tot, 5 lebend im Sack;

- Gewicht am 23. „ 1370 g = (— 1,68%), 24 Käfer eingebohrt (26 Bohrlöcher), 5 tot im Sack; daß mehr Bohrlöcher als eingebohrte Käfer vorhanden sind, kommt daher, daß einige Käfer ihre alten Gänge wegen Harzaustritt wieder verlassen und sich neu eingebohrt hatten.
- „ „ 25. „ 1367 g = (— 1,86%), 21 Bohrlöcher zeigen starken Harzaustritt, 6 Käfer stecken mit der vorderen Hälfte tot im Harz.
- „ „ 23. Okt.: 1337 g = (— 4,02%), beim Nachschneiden sämtl. Käfer tot vorgefunden, meist in den Gängen im Harz erstickt, z. T. tot in weißen Schimmelpilz eingehüllt.

Stück d (nicht paraffiniert):

- Gewicht am 30. Juli: 1422 g mit 50 *polygraphus* besetzt,
- „ „ 4. Aug.: 1397 g = (— 1,79%), 16 Käfer eingebohrt (davon 8 an den nicht paraffinierten Enden), 16 tot, 6 übrig im Sack;
- Osmot. Wert: grüne Rinde älterer- letztgeb. Bast
 KNO_3 . . . 0,11 . . . 0,11 . . . 0,11 Mol.
- „ „ 23. „ 1342 g = (— 5,62%), 19 Käfer eingebohrt (davon 11 an den Stirnseiten), 3 tot im Sack;
 auf den nichtparaffinierten Stirnseiten des Prügels ist aus den Bohrlöchern etwas Harz ausgetreten, aus den übrigen nicht. Beim Nachschneiden zeigte sich, daß die meisten Käfer tot in den Bohrgängen lagen, aber anscheinend nicht durch Harz getötet wurden, meist waren sie in den weißen Schimmelpilz eingehüllt; nur an den offenen Enden waren sie im Harz erstickt.
- „ „ 23. Aug.: 1182 g = (— 16,9%), alle Käfer sind tot, keine Larven vorhanden.

Zu d): Auffallend sind trotz des verhältnismäßig beträchtlichen Wasserverlustes die niedrigen osmotischen Werte. Doch ist hier bei Stück d zu beachten, daß es nicht paraffiniert ist und daß der größte Teil des verdunsteten Wassers (nach 4 Tagen 25 g) aus dem Holzkörper (nicht aus der Rinde) entwichen sein muß. Allerdings sind die Stellen größter Verdunstung — also die Enden — nicht in dem erwarteten Maße von den Käfern bevorzugt.

6. Versuch am 19. August. Witterung: heiter-trocken, warm, Schattentemperatur: 20° C; Vortage: heiter vom 17. mit 18., kühl und Regen vom 13. mit 16. (über 56 mm). Fichte: 33 Jahre alt, 9 m lang, 8 cm Brusthöhendurchmesser.

Kontrollstück: (Rinde läßt sich nicht mehr abziehen.)

Frischgewicht	907,6 g	Frischvolumen.	983 ccm
Trockengewicht	454,8 g	Trockenvolumen	798 ccm
Wassergehalt	452,8 g	Schwund	185 ccm
	= 49,9%		= 17,8%

Als osmot. Wert wurde am frischen Stück (aus 1,5 m Höhe) ermittelt:

	grüne Rinde	älterer-	letztgeb. Bast
KNO ₃ . .	0,07	0,05	0,04 Mol.
Rohrzucker	0,45—0,50	0,45	0,40 „

Stück a (beidendig paraffiniert):

Gewicht am 19. Aug.: 2372 g mit 35 *typographus* besetzt.

„ „ 20. „ 2370 g = (— 0,08%), 1 Käfer eingebohrt, 34 übrig im Sack;

„ „ 22. „ 2367 g = (— 0,21%), 9 Käfer eingebohrt, 1 tot, 25 im Sack und an der Borke sitzend.

„ „ 1. Sept.: 2345 g = (— 1,14%), 22 eingebohrt, 9 tot, 3 im Sack.

Osmot. Wert: grüne Rinde älterer- letztgeb. Bast

KNO₃ . . 0,08 0,05 0,05 Mol.

(Ungleichmäßige Reaktion);

„ „ 3. Sept.: 2340 g = (— 1,35%), 23 Käfer eingebohrt, 2 übrig im Sack;

„ „ 23. Okt.: 2292 g = (— 3,37%), wenig Bohrmehl vorhanden, Käfer teilweise noch lebend, die Rinde ist größtenteils braun und abgestorben. Aus einzelnen Bohrlöchern ist Harz ausgetreten, auch in den Bohrgängen zeigt sich mitunter Harzausscheidung in Form winziger, milchig-weißer Tröpfchen. In einigen Bohrgängen sind die Wände mit einem dunklen, grauschwarzen Schimmelpilz bedeckt.

Stück b (beidendig paraffiniert):

Gewicht am 19. Aug.: 1952 g mit 50 *polygraphus* besetzt,

„ „ 22. „ 1948 g = (— 0,21%), 13 Käfer eingebohrt, 7 tot, 30 lebend im Sack, in 2 Fällen wurden die Harzkanäle direkt angebohrt, die Bohrlöcher aber wieder verlassen. An 5 Stellen zeigen Anbohrversuche kräftigen Harzfluß.

„ „ 1. Sept.: 1934 g = (— 0,92%), 16 Käfer eingebohrt, davon jedoch 7 nur zur Hälfte, die aber bereits tot im Harz stecken, 27 Käfer liegen tot im Sack.

„ „ 3. „ 1932 g = (— 1,03%), (16 eingebohrt), aus den Bohrlöchern tritt Harz aus; beim Nachschneiden findet sich die Hälfte der eingebohrten Käfer tot im Harz und z. T. in weißen Schimmelpilz eingeschlossen.

„ „ 23. Okt.: 1894 g = (— 2,97%), vereinzelte Käfer noch lebend, keine Larven, sehr viel weißer Schimmel vorhanden.

Stück c (einseitig paraffiniert):

Gewicht am 19. Aug.: 1691 g mit 50 *polygraphus* besetzt,

„ „ 22. „ 1683 g = (— 0,47%), 17 Käfer eingebohrt in 15 Bohrlöchern, davon 8 an der nicht paraffinierten Stirnseite, 2 tot im Sack, 31 im Sack und an der Borke sitzend.

Osmot. Wert: grüne Rinde älterer- letztgeb. Bast
 KNO_3 0,09 0,10 0,10 Mol.
 Gewicht am 1. Sept.: 1672 g = (— 1,12%), 35 Käfer eingebohrt, davon etwa die Hälfte auf der nicht paraffinierten Stirnseite, 12 tot, 1 übrig; $\frac{2}{5}$ der eingebohrten und halbeingebohrten Käfer scheinen im Harz erstickt zu sein, Ausscheidung kleiner Harztröpfchen in den Bohrgängen zu sehen.
 „ „ 22. Okt.: 1568 g = (— 7,28%), beim Nachschneiden zeigte sich, daß die am nicht paraffinierten Ende eingebohrten Käfer sämtlich tot und in weißen Schimmelpilz eingehüllt waren. Auch die im übrigen Teil eingebohrten Käfer waren sämtliche tot, aber hier waren sie neben Schimmel z. T. in Harz eingeschlossen. 1 lebende Larve wurde gefunden.

7. Versuch am 26. August. Witterung: wolkenlos, Schattentemperatur: 20 ° C; Vortage: ebenso, vor 2 Tagen Regen, wolkig und leichter Wind (über 18 mm Niederschlag). Fichte: 34 Jahre alt, 9 m lang, 8 cm Bruthöhendurchmesser.

Kontrollstück: (Rinde nicht mehr abzuziehen.)

Frischgewicht	616,7 g	Frischvolumen	694 ccm
Trockengewicht	277,3 g	Trockenvolumen	571 ccm
Wassergehalt	339,4 g	Schwund:	123 ccm
	= 55,0%		= 17,7%

Als osmotischer Wert wurde am frischen Stück (aus 1,5 m Höhe) ermittelt:

	Grüne Rinde	älterer-	letztgeb. Bast
KNO_3 . .	0,07	0,09	0,09 Mol.
Rohrzucker	0,20	0,25	0,25 „

(Der bisher bestehende Spannungsunterschied zwischen KNO_3 - und Zucker-Werten ist nicht mehr zu beobachten.)

Stück a (beidendig paraffiniert):

Gewicht am 26. Aug.: 1747 g mit 30 *typographus* besetzt,
 „ „ 28. „ 1745 g = (— 0,12%), 7 Käfer eingebohrt (davon 4 durch die Paraffinschicht hindurch), 2 tot, 21 übrig; 4 angebohrte, stark harzende Stellen waren wieder verlassen.
 Osmot. Wert: 0,07 0,09 0,09 Mol. KNO_3
 „ „ 30. Aug.: 1742 g = (— 0,28%), 14 Käfer eingebohrt (5 durch das Paraffin hindurch), 2 tot, 11 übrig; 11 stark harzende frische Bohrlöcher waren wieder verlassen worden.
 „ „ 1. Sept.: 1738 g = (— 0,51%), 18 Käfer eingebohrt, 2 tot, 5 übrig im Sack;
 Osmot. Wert: grüne Rinde, älter-, letztgeb. Bast
 KNO_3 0,09—0,10 Mol.

- Gewicht am 30. Sept.: 1710 g = (— 2,12%), 6 tote Käfer im Sack (also 1 wieder ausgekrochen); eingebaute K. soweit erkenntlich meist lebend, Rinde in der Nähe der Bohrlöcher braun.
- „ „ 23. Okt.: 1693 g = (— 3,09%), Käfer meist lebend, viel Bohrmehl, Larven sind nicht vorhanden.

Stück b (beidendig paraffiniert):

- Gewicht am 26. Aug.: 1630 g mit 30 *typographus* besetzt,
- „ „ 28. „ 1627 g = (— 0,18%), 4 Käfer versuchen die Borke zu durchbohren, 4 tot, 22 übrig im Sack;
- „ „ 30. „ 1625 g = (— 0,31%), 4 Käfer eingebaute, 3 tot, 19 lebend im Sack;
- „ „ 1. Sept.: 1622 g = (— 0,49%), 6 eingebaute, 4 tot, 13 lebend im Sack;
- „ „ 3. „ 1620 g = (— 0,61%), 12 eingebaute (6 Bohrlöcher), 4 tot, 3 übrig.
- Osmot. Wert: grüne Rinde älterer- letztgeb. Bast
 KNO_3 . . . 0,09 . . . 0,09 . . . 0,09 Mol.
- „ „ 30. Sept.: 1604 g = (— 1,59%), (12 eingebaute), 3 tot im Sack, wenig Bohrmehl;
- „ „ 23. Okt.: 1595 g = (— 2,14%), beim Nachschneiden zeigte sich, daß von den ursprünglich eingebaute Käfern (12) nur noch 4 am Leben sind; der größte Teil war bald nach dem Einbohren im ausdringenden Harz erstickt.

Stück c (nicht paraffiniert):

- Gewicht am 26. Aug.: 1402 g mit 50 *polygraphus* besetzt,
- „ „ 28. „ 1993 g = (— 0,64%), 1 Käfer eingebaute, 5 bohren noch in der Borke, 8 tot im Sack, 36 an der Borke und am Sack sitzend.
- „ „ 31. „ 1376 g = (— 1,85%), 21 eingebaute (davon 11 an den nicht paraffinierten Stirnseiten, 14 tot, 2 lebend; Osmot. Wert: grüne Rinde älterer- letztgeb. Bast
 KNO_3 0,09 . . . 0,09 . . . 0,12 Mol.
- „ „ 3. Sept.: 1367 g = (— 2,57%), 22 eingebaute (20 Bohrlöcher, davon 13 an den nicht paraffinierten Stirnseiten, und zwar an der einen 12, an der anderen nur 1 Bohrloch), 1 tot,
- „ „ 30. „ 1301 g = (— 7,20%), die Mehrzahl der Käfer noch lebend, einige tot in den Bohrgängen von weißem Schimmelpilz umgeben.
- „ „ 23. Okt.: 1260 g = (— 10,13%), die eingebaute Käfer meist lebend, keine Larven vorhanden.
- KNO_3 Osmot. Wert: 0,15 0,15 0,14—0,15 Mol.

Trotz des großen Wasserverlustes von $1402 - 1260 = 142$ g (= 10,13%) in 3 Monaten (wenn er auch größtenteils aus dem Holz stammt), ist der Unterschied in den osmot. Werten gering (0,09—0,15 Mol. KNO_3).

8. Versuch am 4. September. Witterung: wolkenlos, Schattentemperatur: 17° C; Vortag: ebenso, am 2. September starker Gewitterregen (23 mm). Fichte: 34 Jahre alt, 9,5 m lang, 8 cm Bruthöhendurchmesser.

Kontrollstück: (Rinde läßt sich nicht abziehen).

Frischgewicht:	552,5 g	Frischvolumen: . . .	606 cem
Trockengewicht	266,8 g	Trockenvolumen: . .	497 cem
Wassergehalt:	285,7 g	Schwund	109 cem
	= 51,6%		= 17,9%

Als osmot. Wert wurde am frischen Stück (aus 1,5 m Höhe) ermittelt:

	Grüne Rinde	älterer-	letztgeb. Bast
KNO ₃ . . .	0,06	0,05	0,07 Mol.
Rohrzucker .	0,13	0,13	0,15 „

(Hier stimmen die Rohrzuckerwerte annähernd mit dem Wert überein, der sich aus der Umrechnung mit dem osmot. Koeffizienten 1,64 ergibt.)

Stück a (beidendig paraffiniert):

Gewicht am	4. Sept.:	1377 g	mit 40 <i>typographus</i> besetzt,
„ „	6. „	1376 g	4 Käfer haben angefangen sich in die Borke einzubohren, 4 tot im Sack, 32 lebend an Borke und Sack;
„ „	10. „	1373 g	= (— 0,28%), 12 Käfer eingebohrt, (einzelne stark harzende Fraßstellen waren wieder verlassen worden), 11 tot im Sack, 13 lebend;
„ „	19. „	1367 g	= (— 0,72%), kein neues Bohrloch (i. G. 9, davon 5 stark harzend); 21 Käfer im Sack, davon 10 lebend und 11 tot; demnach sind also 9 Käfer wieder aus ihren Bohrgängen herausgekommen (Harz!).

Osmot. Wert: grüne Rinde älterer- letztgeb. Bast

		KNO ₃ . . .	0,06	0,07	0,07 Mol.
„ „	30. Sept.:	1362 g	= (— 1,90%),	6 Käfer tot im Sack,	3 lebend,
			1 neu eingebohrt,	insgesamt also 9 eingebohrt;	starker Harzfluß.
„ „	23. Okt.:	1348 g	= (— 2,16%),	nur 1 lebender Käfer wurde beim Nachschneiden gefunden;	die übrigen waren tot in Schimmelpilz eingehüllt, aber anscheinend zuvor durch Harz getötet worden.

Stück b (beidendig paraffiniert):

Gewicht am	4. Sept.:	1351 g	mit 40 <i>typographus</i> besetzt,
„ „	6. „	1350 g	= (— 0,07%), 2 Käfer eingebohrt, 1 tot im Sack, 37 lebend,

Osmot. Wert: grüne Rinde älterer- letztgeb. Bast

		KNO ₃ . . .	0,06	0,06	0,06 Mol.
„ „	10. „	1347 g	= (— 0,29%),	6 eingebohrt, 6 tot im Sack,	26 übrig, 2 Bohrlöcher kräftig harzend;

Gewicht am	19. „	1342 g	= (— 0,66%), im Sack: 7 tote und 15 lebende Käfer, also 11 eingebohr.	Von insgesamt 8 Bohrlöchern fließt aus 5 Harz; 6 harzende Fraßstellen wurden wieder verlassen.
„ „	30. „	1334 g	= (— 1,26%), 17 eingebohr.	5 tot, 4 übrig im Sack,
„ „	23. Okt.:	1321 g	= (— 2,22%), die meisten der eingebohrten Käfer leben, nur einzelne wurden beim Nachschneiden tot vorgefunden.	

Stück c (beidendig paraffiniert):

Gewicht am	4. Sept.:	1086 g	mit 35 <i>chalcographus</i> besetzt,	
„ „	6. „	1084 g	= (— 0,16%), keine Einbohrung, 35 Käfer lebend im Sack,	
„ „	9. „	1083 g	= (— 0,27%), 3 zur Hälfte eingebohr.	9 tot, 23 übrig,
„ „	16. „	1079 g	= (— 0,64%), 19 eingebohr.	(12 Bohrlöcher), 6 tot, 1 übrig im Sack,
Osmot. Wert: grüne Rinde älterer- letztgeb. Bast				
KNO ₃ 0,07 0,07 0,07 Mol.				
„ „	30. „	1075 g	= (— 1,01%), 20 eingebohr.	sonst nichts Auffälliges,
„ „	23. Okt.:	1069 g	= (— 1,56%), beim Nachschneiden fast sämtliche eingebohrten Käfer lebend vorgefunden.	

Zum erstenmal konnte hier der Versuch mit dem kleinen *chalcographus* gemacht werden, da er bisher nur ganz vereinzelt im Käferlager angefallen war. Man hat bei ihm den Eindruck, daß er die Harzkanäle mit größerer Vorsicht umgeht, als *typographus* und *polygraphus*.

Die Einbohrung findet schon bei einem geringen Wasserverlust statt und dementsprechend zeigt auch der osmot. Wert nach der Einbohrung gegenüber dem Frischwert nur einen sehr geringen Unterschied, der Zelldruck müßte also nahezu unverändert sein.

Stück d (nicht paraffiniert):

Gewicht am	4. Sept.:	1058 g	mit 30 <i>chalcographus</i> besetzt,	
„ „	6. „	1051 g	= (— 0,66%), 3 Käfer versuchen die Borke zu durchbohren,	
„ „	9. „	1043 g	= (— 1,42%), 8 eingebohr.	(davon 5 an der nicht paraffinierten Seite), 6 tot im Sack, 16 lebend.
Osmot. Wert: grüne Rinde älterer- letztgeb. Bast				
KNO ₃ 0,08 0,08 0,08 Mol.				
„ „	19. „	1020 g	= (— 3,60%), 17 eingebohr.	5 tot, 2 übrig im Sack, aus keinem Bohrloch fließt Harz aus.
„ „	30. „	997 g	= (— 5,86%), 18 Käfer eingebohr.	1 tot im Sack,
„ „	23. Okt.:	961 g	= (— 9,15%), beim Nachschneiden die meisten Käfer lebend vorgefunden, einzelne tot in weißen Schimmelpilz eingehüllt, nur geringer Harzausfluß ist zu beobachten.	
Im Ganzen waren 13 Bohrlöcher vorhanden; davon 6 an den nicht paraffinierten Enden, die übrigen 7 gleichmäßig am ganzen Stück verteilt.				

Mit Beginn des September fielen mit einem Schlage keine Käfer mehr an, d. h. die Käferstücke im Lager waren plötzlich erschöpft. Ein kleiner Teil der bereits ausgekrochenen Käfer hatte sich am gleichen Stück an den Stellen, wo die Rinde noch frischer war, wieder eingebohrt, da nicht immer gleich alle augenblicklich ausgeschlüpften Käfer verwendet werden konnten.

Chalcographus war nur bei Versuch 8 in nennenswerter Menge angefallen, sodaß mit ihm leider bloß die beiden oben in c und d beschriebenen Versuche gemacht werden konnten.

Übersicht über die Ergebnisse der Sackmethode.

Ganz allgemein wurde durch diese Untersuchungen festgestellt, daß das Verhalten der einzelnen Käferarten dem Baumstück gegenüber verschieden war, was durch den Zeitpunkt des Einbohrens und die Zahl der eingebohrten Käfer zum Ausdruck kommt. Der Unterschied zwischen dem Befall nichtparaffinierter Baumstücke und solcher, die an beiden Enden paraffiniert waren, war verhältnismäßig gering; in letztere konnten sich im Durchschnitt die Käfer 1—2 Tage später einbohren, doch kam es hier weniger zur Entwicklung von Brut als in den nicht-paraffinierten Prügeln.

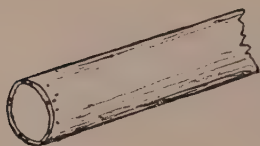


Abb. 6. Käfer-
einbohrung am nicht-
paraffinierten Prügel.
(Stirnseiten bevor-
zugt.)

Die Bohrlöcher waren bei den paraffinierten Stücken meist regelmäßig auf der Oberfläche verteilt, doch scheint manchmal die Umgebung abgestorbener Äste bevorzugt worden zu sein. Mitunter gingen die Einbohrungen durch die etwa 3 mm starke Paraffinschicht an den Enden hindurch.

An den nichtparaffinierten Stücken erfolgte die Einbohrung zuerst und in der Hauptsache an den beiden Stirnseiten oder in deren nächster Nähe, also an den Orten größter Verdunstung (Abb. 6).

Sehr oft wurde festgestellt, daß mehrere Käfer durch ein einziges Bohrloch eindringen; sie befanden sich dann zu mehreren hintereinander in einem Gang oder sie bohrten hinter dem Einbohrloch sich verteilend ihre verschiedenen Gänge.

Die im Sacke tot vorgefundenen Käfer waren meist mechanisch beschädigt (gequetscht), nur selten durch ausfließendes Harz getötet worden; häufig war die Todesursache nicht ersichtlich. Der oft festgestellte weiße Schimmelpilz kommt als primäre Ursache nicht in Betracht; er ist durch die vorhandenen Bohrlöcher von außen eingebracht und hat dann die bereits toten Käfer befallen und eingehüllt

Dendroctonus micans: Das frische, paraffinierte Baumstück war sofort, nachdem die Käfer angesetzt waren, von diesen angenommen worden; ausdringendes Harz bot dem Käfer keine Schwierigkeiten, die Einbohrung und Weiterführung der Fraßgänge konnten ungehindert erfolgen. Die weiteren Versuche wurden darum am stehenden Baume gemacht.

Ips typographus: Die Einbohrungen in die grüne Rinde erfolgten bei ganz verschiedenen osmotischen Werten (von 0,06—0,12 Mol. KNO_3), die bisweilen nur wenig von der Konzentration, wie sie am frischen Prügel und am stehenden Baum gemessen wurde, abwichen oder oft mit ihr gleich waren. Die erste Einbohrung am paraffinierten Stück erfolgte meist am 2. Tage, die Mehrzahl der Käfer hatte sich nach 3 bis 4 Tagen eingebohrt. Zwischen dem Verhalten am paraffinierten und nichtparaffinierten Stück konnte kein Unterschied festgestellt werden, auch die offenen Stirnseiten wurden von dem Käfer nicht bevorzugt. Auf Harzkanäle nahm der Käfer anscheinend wenig Rücksicht, wenigstens wurden sie von ihm oft direkt angebohrt. Dabei wurde ihm jedoch austretendes Harz häufig zum Verhängnis, indem er meist mit dem Vorderteil in der Rinde steckend, dann darin erstickte. Bei späterem Nachschneiden nach fast 4 Monaten wurde ein großer Teil der seinerzeit eingebohrten Käfer noch lebend angetroffen, dagegen fast keine Brut. Durch das Nachschneiden wurden die angetroffenen Käfer leider getötet, sodaß eine weitere Beobachtung nicht mehr erfolgen konnte.

Polygraphus polygraphus: Auch bei diesem Käfer erfolgten die Einbohrungen bei ganz verschiedenen osmotischen Werten, in der Hauptsache von 0,09 bis 0,12 Mol. KNO_3 , aber auch bei 0,06 und 0,07 Mol. KNO_3 ; alle diese Werte wurden auch an stehenden gesunden Fichten gemessen. Am paraffinierten Stück erfolgte die erste Einbohrung in der Regel am 3. Tage, während die Mehrzahl der Käfer meist vom 7. Tage ab eingebohrt war; an manchen Stücken allerdings hatte sich das Gros der Käfer erst nach 14 Tagen eingebohrt. Zur Zeit der ersten Einbohrung war der Wasserverlust an den beidendig paraffinierten Stücken noch sehr gering, er betrug im Durchschnitt 0,1 bis 0,4 % des Frischgewichtes des Prügels; bis sich die Mehrzahl der Käfer eingebohrt hatte, ergab sich ein Wasserverlust von 0,6 bis 1,6% des Frischgewichts. An nichtparaffinierten Stücken hatte sich der erste Käfer meist schon am 2. Tage eingebohrt, wobei die nichtparaffinierten Enden deutlich bevorzugt wurden, ebenso wie an einseitig paraffinierten Stücken das offene Ende viel lieber angenommen wurde. Unter dem Harzfluß hatte *polygraphus* ziemlich stark zu leiden; häufig mußten die Käfer die ersten Einbohrungen und sogar die Bohrgänge wieder verlassen, weil ausdringendes Harz sie zur Umkehr zwang. Viele wurden dabei vom Harz getötet, indem sie darin erstickten und dann mit dem Vorderteil in der Rinde

steckten oder völlig von Harz eingeschlossen wurden. Nach 4 Monaten wurden die Einbohrungen nachgeschnitten und es zeigte sich, daß nur ein kleiner Teil der eingebohrten Käfer noch am Leben war; sie waren teils dem Harz zum Opfer gefallen, teils lagen sie tot und von dem weißen Schimmelpilz eingehüllt in den Bohrgängen, ohne daß eine besondere Todesursache ersichtlich gewesen wäre. Brut war nur wenig und schwach entwickelt vorhanden.

Pityogenes chalcographus: Bei dem einzigen Versuch, der mit diesem Käfer angestellt werden konnte und dem deshalb nur untergeordnete Bedeutung zukommt, erfolgten die ersten Einbohrungen in die grüne Rinde bei einer osmotischen Konzentration von 0,07 bis 0,08 Mol. KNO_3 , also auch bei einem Wert, wie er an stehenden Fichten gemessen wurde. Am paraffinierten Stück hatte sich der erste Käfer am 6., die Mehrzahl am 12. Tage eingebohrt, am nicht-paraffinierten Prügel am 5. und 9. Tage, wobei die offenen Enden kaum bevorzugt wurden. Der Wasserverlust hatte im Zeitpunkt der ersten Einbohrung beim paraffinierten Stück 0,6 %, beim nicht-paraffinierten 1,4 % des Frischgewichtes betragen. Als besonders gering war hier der Harzausfluß zu bezeichnen; ob dies auf die Beschaffenheit der beiden Prügel oder — wie es den Anschein hatte — auf die größere Vorsicht des Käfers zurückzuführen war, konnte nicht mit Bestimmtheit festgestellt werden. Bei dem nach $1\frac{1}{2}$ Monaten erfolgten Nachschneiden der Einbohrungen wurden die meisten Käfer lebend in ihren Bohrgängen vorgefunden; Brut war noch nicht zu finden.

Allgemein ist noch zu sagen, daß ein Einfluß der Witterung auf das Verhalten der Käfer deutlich festzustellen war. An warmen Tagen zeigten sich die Käfer lebhaft und begannen mit Eifer ihre Einbohrversuche, während sie an kühlen, regnerischen Tagen steif und regungslos an der Borke und an der Sackleinwand saßen.

Was das Verhältnis von Wasserverdunstung zur Höhe des osmotischen Wertes betrifft, so sind die ermittelten Resultate nicht ganz übereinstimmend und eindeutig klar. So zeigte sich z. B. am paraffinierten Stück in dem einen Falle bei einem Wasserverlust von 0,26 % eine Zunahme des osmotischen Wertes in der grünen Rinde um 0,01 Mol. KNO_3 , von 0,09 auf 0,10 Mol. KNO_3 , während in einem andern Falle der osmotische Wert der grünen Rinde bei einem Wasserverlust von 0,45 % des Prügel-Frischgewichtes mit 0,09 Mol. KNO_3 gleich blieb. Es scheint, als würde der Grund in einem Spannungsausgleich zwischen den Werten der grünen Rinde und des Bastes liegen, da letzterer ursprünglich eine um 0,02 Mol. geringere Konzentration zeigte. Im großen und ganzen kann man jedoch sagen, daß sich am paraffinierten Stück der osmotische Wert bei einem Wasserverlust von 0,5 % des Frischgewichtes in der grünen Rinde um etwa 0,01/02 Mol. KNO_3 erhöht und damit mit der Wasserverdunstung Schritt hält.

Die Feststellung des Verhältnisses an nicht-paraffinierten Stücken hat insofern keine besondere Bedeutung, als hier die verdunstete Wassermenge überwiegend aus dem Holzkörper stammt, da ja keine Paraffinschicht die Verdunstung an den beiden Stirnseiten hindert, und die hier gewonnenen Zahlen eher irreführend wirken würden.

2. Käfer-Versuche an stehenden gesunden Fichten im Bestande.

1. Versuch am 8. Juli. Witterung: wolkig-bedeckt; Schattentemperatur: 15° C, Strichregen (9,8 mm); an den beiden Vortagen kräftige Regen (34,7 mm), zuvor 8 Tage trocken und warm.

Osmot. Wert des Baumes in 1,3 m Höhe:

	Grüne Rinde	älter-	letztgeb. Bast
KNO ₃	0,08	0,07	0,07 Mol.
(errechnet Rohrucker . .	0,15	0,13	0,13 „)

8. Juli: mit 10 *micans* besetzt,
 17. „ 4 Käfer eingebohrt, 4 tot, 2 übrig an der Leinwand sitzend, (die toten Käfer sind nicht durch Harz umgekommen!).
 22. „ alle 6 Käfer sind eingebohrt und bohren kräftig weiter, unbekümmert um ausfließendes Harz, das ihnen anscheinend nichts anhaben kann.

Das fortwährend kühle Regenwetter ließ die Käfer wenig lebendig erscheinen.

2. Versuch am 17. Juli. Witterung: wolkig, Regen (3,3 mm), Schattentemperatur: 20° C; Vortage: kühler, feucht, täglich Regen (über 76 mm).

Osmot. Wert des Baumes in 1,3 m Höhe:

	Grüne Rinde	älter-	letztgeb. Bast ließ sich nicht
KNO ₃	0,07	0,07	unbeschädigt abziehen.

17. Juli: mit 9 *micans* besetzt,
 22. „ kein Käfer eingebohrt, die Käfer sitzen ganz steif an der Borke und an der feuchten Leinwand.
 30. „ 1 Käfer eingebohrt, 1 tot; Käfer starr an der nassen Borke und Leinwand hängend.
 3. Aug.: 5 Käfer eingebohrt, 3 tot, ziemlich viel Bohrmehl vorhanden; inzwischen war es 4 Tage warm und trocken gewesen.

3. Versuch am 30. Juli. Witterung: wolkig-heiter, Schattentemperatur: 16° C; Vortage: kühl, feucht, Regen (23 mm).

Osmot. Wert des Baumes in 1,3 m Höhe:

	Grüne Rinde	älter-	letztgeb. Bast ließ sich nicht
KNO ₃	0,07	0,06	unbeschädigt abziehen.

30. Juli: mit 10 *micans* besetzt,
 7. Aug.: 3 Käfer eingebohrt, 3 tot, 4 an der feuchten Borke und Leinwand sitzend.
 19. „ 5 Käfer eingebohrt, 2 tot; es wurden 6 frische Käfer dazu gegeben.
 29. „ 11 eingebohrt, viel Bohrmehl vorhanden.
 Eine Messung an den Einbohrstellen ergab einen osmotischen Wert von 0,05—0,06 Mol. KNO₃ in der grünen Rinde.

4. Versuch am 7. August. Witterung: kühl, bedeckt, Temperatur: 12° C, Regen (3,2 mm); Vortage: etwas wärmer, wolzig, Regen (über 23 mm).

Osmot. Wert des Baumes in 1,3 m Höhe:

	Grüne Rinde	älter-	letzgeb. Bast
KNO ₃	0,06	0,06	0,05 Mol.

7. Aug.: mit 20 *micans* besetzt,
 19. „ 5 eingebohrt, 14 tot, 1 übrig. Bei eingehender Untersuchung der toten Käfer zeigte sich, daß alle Beschädigungen an den Beinen hatten, vermutlich waren sie beim Transport verletzt worden. Es wurden 9 frische Käfer dazugegeben.
 29. „ 14 Käfer eingebohrt, 1 tot; die Einbohrlöcher waren regelmäßig verteilt. Aststummel usw. wurden nicht bevorzugt.
 4. Sept.: Nachschau ergab Wohlbefinden aller Käfer, viel Bohrmehl vorhanden; ausdringendes Harz bot keine besonderen Schwierigkeiten.

5. Versuch am 7. August. Witterung: wie bei vorausgegangenem Versuch 4, s. d.

Als osmot. Wert wurde in 1,3 m Baumhöhe ermittelt:

	Grüne Rinde	älter-	letzgeb. Bast
KNO ₃	0,07	0,06	0,06 Mol.

7. Aug.: mit 20 *typographus* besetzt,
 19. „ 11 Käfer eingebohrt (4 Bohrlöcher), 1 tot, 8 übrig im Sack;
 29. „ 14 eingebohrt, 2 tot, 3 übrig; im Ganzen 6 Bohrlöcher, mehr in der unteren Hälfte liegend;
 4. Sept.: 16 eingebohrt, 1 tot; ziemlich viel Bohrmehl vorhanden, die meisten Käfer lebend, einzelne von Harz eingeschlossen.

6. Versuch am 7. August. Witterung: wie vor!, siehe Versuch 4!

Als osmot. Wert wurde in 1,3 m Baumhöhe ermittelt:

	Grüne Rinde	älter-	letzgeb. Bast
KNO ₃	0,08	0,07	ließ sich nicht unbeschädigt abziehen.

7. Aug.: mit 15 *typographus* besetzt,
 19. „ 8 eingebohrt (3 Bohrlöcher), 1 tot, 6 übrig im Sack liegend;
 29. „ 10 Käfer eingebohrt, 1 zur Hälfte eingebohrt (lebend), 2 tot (1 davon durch Harz), 1 lebend im Sack; eine Messung bei den Einbohrstellen ergab einen osmot. Wert von 0,08 Mol. KNO₃ in der grünen Rinde.
 4. Sept.: 10 Käfer eingebohrt, 2 tot (1 Käfer hat demnach seinen Bohrgang wieder verlassen; aus 1 Bohrloch dringt Harz aus, 1 Käfer hier im Harz steckend; die übrigen Käfer bohren kräftig weiter, ziemlich viel Bohrmehl vorhanden.

7. Versuch am 30. Juli. Witterung: wolzig-heiter, Schattentemperatur: 16° C; Vortage: kühl, Regen (über 23 mm).

Als osmot. Wert wurde in 1,3 m Baumhöhe ermittelt:

	Grüne Rinde	älter-	letzgeb. Bast
KNO ₃	0,07	0,07	0,06 Mol.

30. Juli: mit 50 *polygraphus* besetzt,

7. Aug.: 3 Käfer stecken zur Hälfte in der Rinde, sie sind im Harz erstickt; An 5 Stellen Anbohrungsversuche, wovon 2 nur in die Borke, 3 bis zur grünen Rinde gehen (Harzaustritt), 9 Käfer tot, die übrigen Käfer meist steif an der feuchten Leinwand sitzend.

19. „ 4 Käfer halb eingebohrt tot in der Rinde steckend, außerdem 3 von den Käfern wieder verlassene, harzende Anbohrstellen; 21 tot, 13 lebend im Sack.

29. „ 1 eingebohrt, Rest tot.

8. Versuch am 30. Juli. Witterung: wie vor! Osmot. Wert in 1,3 m Baumhöhe:

	Grüne Rinde	älterer-	letzgeb. Bast ließ sich nicht
KNO ₃	0,08	0,07	unbeschädigt abziehen.

30. Juli: mit 40 *polygraphus* besetzt.

7. Aug.: 1 Käfer zur Hälfte eingebohrt, einige (3—4) von den Käfern wieder verlassene Einbohrversuche zeigen leichten Harzaustritt, 2 davon nur in die Borke gehend, 11 Käfer tot; 28 übrig an Rinde und Leinwand sitzend.

19. „ 3 Käfer eingebohrt, 2 halbeingebohrt, 10 tot, 14 übrig im Sack.

29. „ Aus den Bohrlöchern der eingebohrten Käfer fließt Harz, diese Käfer sind erstickt, ebenso die beiden halbeingebohrten; 8 tot, 6 übrig im Sack.

Übersicht über die Versuchsergebnisse am stehenden Baum.

Dendr. micans: Die angestellten Versuche haben gezeigt, daß dieser große Käfer zweifellos in der Lage ist, sich in gesunde und unter normalem Druck stehende Bäume einzubohren und darin weiterzuleben. Gegen austretendes Harz scheint er ziemlich unempfindlich zu sein, denn er geht ihm nicht besonders aus dem Wege. Dagegen macht sich gerade bei ihm der Einfluß der Witterung in besonderem Maße geltend; solange das Wetter kühl und regnerisch war, saß er steif und wie leblos an der Borke oder Leinwand; sobald es aber warm wurde, begann er mit dem Einbohren.

I. typographus: Auch dieser Käfer war imstande, sich in normale und unter vollem Druck stehende Bäume einzubohren, unter verhältnismäßig geringen Opfern. Nach Verlauf von 3 Wochen war ein großer Teil der eingebohrten Käfer noch am Leben, in welcher Zeit sie schon ansehnliche Bohrgänge angelegt hatten; aus einzelnen Bohrlöchern drang Harz heraus. Er vermag sich also einzubohren, wenn er, wie hier, gewissermaßen dazu gezwungen ist; er tut es also vielleicht nur in der Not und würde unter freien Verhältnissen einen gesunden Baum möglicherweise meiden. Wegen Käfermangel konnten leider vergleichende Versuche zwischen gesundem und krankem Stamm nicht mehr angestellt werden.

P. polygraphus: Hier vermochten sich von 90 Käfern nach 2—3 Wochen nur 4 einzubohren und von diesen waren nach weiteren 10 Tagen

3 Käfer dem ausdringenden Harz zum Opfer gefallen. Damit dürfte erwiesen sein, daß sich *polygraphus* in gesunde und in vollem Saft stehende Fichten nicht einzubohren und auch nicht zu behaupten vermag. Auffallend jedoch ist, daß diese gesunden, stehenden Fichten oft die gleichen osmotischen Werte aufwiesen, wie sie an paraffinierten Stücken gemessen wurden (0,07–0,08 Mol. KNO_3 , s. Vers. 6 und 7!), bei denen sich sehr viele Käfer in kurzer Zeit einbohrten und in manchen Stücken nach etwa 6 Wochen noch größtenteils lebend vorgefunden wurden.

3. Versuche im Sommer 1931 an gesunden und verletzten Fichten.

Die Versuche wurden im Sommer 1931 fortgesetzt und zwar ausschließlich am stehenden Baum, da gerade solche Versuche im Vorsommer nur in geringerem Maße zur Durchführung gelangt waren. Und zwar wurden die Untersuchungen mit völlig gesunden, wie auch mit wurzel- und stammverletzten Fichten ausgeführt.

Baum Nr. 1 mit einseitiger Wurzeldurchsägung.

Am 1. Mai wurden an diesem Stamm — Fichte ca. 34 Jahre alt, 11 m hoch, 11 cm Brusthöhendurchmesser — 1 Hauptwurzel und 2 kleinere Wurzeln auf der Ostseite durchsägt und die Rinde an der Schnittstelle bis auf den Splint weggeschnitten, um eine ev. Überwallung zu verhindern, entsprechend einer Schädigung durch Sturm aus NO mit Wurzelsprengung. Wetter: wolkenlos, warm, $18,3^\circ \text{C}$ Schattentemperatur.

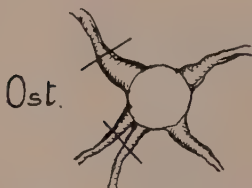


Abb. 7. Einseitige Wurzeldurchsägung. Die Striche deuten die Durchsägung der Wurzeln an.

Bestimmung des osmotischen Wertes am 27. Mai: Seit 21. ds. sehr warm und trocken, zuvor aber noch kräftige Regen; Boden schon in geringer Tiefe noch frisch; junge Triebe frisch (ca. 2–3 cm lang). Es wurde in 1 m Höhe direkt

über den Wurzeldurchsägungen ein kleines Rindenstück entnommen; Rinde war ziemlich saftig und leicht ablösbar; die Wunde wurde hernach sofort mit Vaseline und dann mit Paraffin verschlossen.

Als osmotischer Wert ergab sich für KNO_3 -Lösung 0,18 Mol., ohne feststellbaren Unterschied zwischen grüner Rinde und Bast.

Am 27. Mai: mit 50 *typographus* besetzt in 1,5 m Höhe im Sack.

Am 11. Juni: Alle Käfer tot; aus 8 Stellen, an denen Einbohrungen versucht worden waren, leichter Harzausfluß, doch waren nur an wenigen Käfern leichte Harzspuren zu sehen. Ein kurzer Bohrgang verlief durchweg in einer starken Borkenschuppe, ohne die grüne Rinde zu verletzen. Keinem der

Käfer war es gelungen, sich auch nur mit dem Kopfe in die grüne Rinde einzubohren. Eine Bevorzugung der Partie über den durchsägten Wurzeln kann nicht festgestellt werden.

Außerlich ist an der Fichte nichts Auffälliges zu sehen, die jungen Triebe sind frisch und bis zu 6 cm weitergewachsen.

Wetter vom 27. 5. bis 11. 6.: an 7 Tagen Gewitterregen, anfangs warm, am 1. 6. Temperaturrückgang von 24° auf 13° C, dann wieder wärmer.

Am 12. Juni: 30 *typographus* im selben Sack frisch beigegeben. (Käfer aus dem Grafrather Lager stammend.)

Am 27. Juni: Alle Käfer tot im Sacke; nur etwa 3 mm tiefes Bohrloch vorhanden, aber leer und voll Harz; sonst keine Bohrungen zu erkennen. Baum, Triebe usw. im übrigen vollkommen unverändert. Wetter vom 12.—27. 6.: an 5 Tagen 1. Regen, anfänglich warm, am 18. und 26. erheblicher Temperaturrückgang.

Am 3. Juli: 20 *typographus* beigegeben, nachdem alte Stellen markiert und paraffiniert waren.

Am 9. Juli: Grenzwertsbestimmung: Rindenentnahme etwa 1 m über dem Boden, auf der S-Seite, nicht direkt über der Wurzeldurchsägung. Rinde sehr saftig und außerordentlich leicht ablösbar.

Als osmotischer Wert ergab sich für

grüne Rinde 0,8 Mol. KNO_3 für den Bast 0,09—0,11 Mol.

Käfer: 10 tot, 10 lebendig. Ganz oben (bei der oberen Abbindung ein etwa 2 cm langer, unter der grünen Rinde (also im Bast) verlaufender Bohrgang, aber ohne Käfer und ziemlich harzig, Einsäguungsseite nicht bevorzugt.

Nach Markierung 10 Käfer wieder beigegeben.

Am 25. Juli: Alle 10 Käfer tot; keine Spur irgendwelcher Einbohrversuche. Wetter vom 9.—25. 7.: Mäßig warm, an 6 Tagen Regen, am 15. und 20. starker Temperaturrückgang,

20 *typographus* wieder beigegeben.

Am 21. August: Sämtliche 20 Käfer tot im Sack, keiner davon mit Harz bedeckt; keine Spur einer Einbohrung oder eines stärkeren Versuches zu sehen. Wetter kalt und naß.

20 *chalcographus* beigegeben.

Am 2. September: 14 *chalc.* tot, 6 lebend; 1 der ersteren tot zur Hälfte in der Rinde steckend. 3 leichte Einbohrversuche über der Wurzeldurchsägung, 1 davon harzend.

20 *chalcographus* wieder frisch beigegeben.

Am 22. September: 3 schwache Einbohrungen (nicht tiefgehend), 13 Käfer tot, 4 nicht mehr aufzufinden.

Am 22. Oktober: Die eingebohrten Käfer anscheinend tot, aber noch nicht nachgeschnitten.

Am 3. November: Beim Nachschneiden zeigte sich, daß die 3 kleinen Bohrlöcher mit Harz angefüllt waren, die Käfer waren dadurch z. T. vertrieben worden, 1 davon im Harz erstickt. Sonst war keine Beschädigung der grünen Rinde zu finden.

Es war also keinem der Käfer, weder *typographus* noch *chalcographus*, gelungen, sich in die Rinde richtig einzubohren. Die Druckmessungen ergaben 0,18 und 0,08 Mol. KNO_3 im Parenchym der grünen Rinde.

Baum Nr. 2. Halbseitige Stammeinsägung.

Am 1. Mai 1931, vormittags, wurde an diesem Stamm — einer ca. 34-jährigen Fichte, ca. 11 m hoch, 12 cm Brusthöhendurchmesser — von Osten her (in 15 cm Bodenhöhe) eine Einsägung bis zur Mitte gemacht und in den Sägeschnitt ein Stück Zinkblech eingeschoben. Wetter: wolkenlos, warm 18,3° C Schattentemperatur.

Am 28. Mai: 40 *typographus* in 1,4 m Höhe beigegeben. Grenzwertbestimmung 1 m über dem Sägeschnitt — (Wetter seit 21. ds. sehr warm und trocken) — ergab als osmotischen Wert für:

grüne Rinde und "älteren Bast . . .	=	0,10 Mol. KNO ₃
jüngerer Bast	=	0,09 „ „

Junge Triebe etwa 2—3 cm lang.

Am 11. Juni: 40 Käfer tot im Sack (1 davon sehr stark verharzt); 2 im unteren Teil befindliche, etwa 3 mm tiefe Einbohrlöcher sind ohne Käfer und ganz mit Harz angefüllt, ebenso 1 gleichartiges im oberen Teil vorhandenes Bohrloch. Partie über der Einsägung nicht bevorzugt.

Sonst keine auffallenden Erscheinungen, die Jungtriebe sind frisch und bis 6 cm ausgewachsen. Wetter vom 28. 5. bis 11. 6.: anfangs warm, am 1. 6. Temperaturrückgang von 24° auf 13° C, dann wieder wärmer, an 7 Tagen Gewitterregen.



Abb. 8. Halbseitige Stammeinsägung. Die eingesägte Stammseite ist schraffiert.

Am 12. Juni: 30 *typographus* wieder frisch beigegeben, nachdem die alten Stellen markiert und paraffiniert worden waren.

Am 3. Juli: Alle 30 Käfer tot im Sack liegend oder auf der Rinde sitzend; 1 tiefergehendes, kurzes Bohrloch (bis zum Splint) in der unteren Partie nahe bei der Abbindung leer und mit Harz gefüllt, im oberen Teil 2 harzende Bohrversuche (grüne Rinde schwach angebohrt). Alle 3 Bohrversuche lagen auf der Seite, an der der Stamm eingesägt war. Sonst alles unverändert.

20 *typographus* wieder frisch beigegeben, nachdem die alten Stellen markiert und paraffiniert waren.

Am 25. Juli: Alle Käfer tot; keine Spur irgendwelcher Einbohrungsversuche. 20 *typographus* frisch beigegeben.

Am 31. Juli: 10 Käfer tot, 10 lebend; kein Käfer war verharzt, auch sonst keine Spur einer Einbohrung zu sehen. 10 Käfer (im Ganzen) beigegeben.

Wetter vom 3. 7.—31. 7.: wenig warm, am 8., 15., 20., 28. erhebliche Temperaturrückgänge, 13 Regentage.

Am 11. August: 5 Käfer tot im Sack, 2 halblebendig, 1 davon zur Hälfte in einem etwa 2 mm tiefen Bohrloch steckend; 3 Käfer nicht auffindbar (anscheinend bei der Öffnung des Sackes zu Boden gefallen).

Frische Käfer konnten nicht beigegeben werden, da infolge der nassen und kühlen Witterung neue Käfer im Lager nicht ausgekrochen waren.

Grenzwertbestimmung: 1 m über der Einsägung (= etwa 1,2 m über dem Boden); Rinde sehr saftig und leicht ablösbar.

Als osmotischer Wert wurde gemessen für

grüne Rinde	=	0,08/09 Mol. KNO_3
jüngster Bast.	=	0,06 „ „
älterer Bast'	=	0,03/04 „ „

Die Bestimmung der Grenzplasmolyse zeigte sich als nicht einfach; gerade beim älteren Bast zeigten manche Zellen des Parenchyms schon in destilliertem Wasser die ersten Anfänge leichter Kontraktion und Ablösung, die später durch die KNO_3 -Lösungen nur verstärkt wurden. Dadurch war eine klare und genaue Bestimmung der Grenzplasmolyse sehr erschwert, in manchen Schnitten einfach unmöglich.

Am 21. August: 20 *typographus* beigegeben. (Wetter naßkalt.)

Am 2. September: 12 Käfer tot (1 zerquetscht, 8 lebend am Stamm sitzend; aber keine Einbohrung, auch kein leichter Versuch war zu sehen. Wetter vom 21. 8.—2. 9.: feucht und kühl (Temperatur bis auf 10° , nachts bis 6°C heruntergehend).

10 *typographus* und 10 *chalcographus* im selben Sack frisch beigegeben.

Am 22. September: 7 *typographus* tot, 3 lebend (schwach), 6 *chalcographus* tot, 2 lebend, 2 nicht mehr auffindbar; aber keine Einbohrung. Käfer starr und matt. Wetter vom 2.—22.: anfangs wärmer, dann durchweg kühl, an 10 Tagen Regen.

Am 22. Oktober: 3 *typographus* und 2 *chalcographus* tot, Einbohrversuche waren nicht zu sehen.

Am 3. November: Beim Nachschneiden zeigte sich, daß keine der 5 Bohrstellen tiefergehend war, höchstens 2—3 mm; der Harzdruck war noch recht kräftig. Um eine kleine, etwa 3 mm tiefe und leicht im Harz angefüllte Bohrstelle war ringsum der Bast in Form eines kreisrunden Fleckes (von etwa Markstückgröße) braun und abgestorben, während er sonst rein weiß war.

Also auch hier war es weder dem *typographus* noch dem *chalcographus* gelungen, sich durch die grüne Rinde einzubohren, geschweige denn einen richtigen Bohrgang anzulegen. Die Grenzwertmessungen hatten in der grünen Rinde osmotische Werte von 0,10 bzw. 0,08/09 Mol. KNO_3 ergeben. Der Baum war ganz offenbar noch nicht in dem für die Käfer günstigen Dispositionszustand, sei es nun, daß der Sägeschnitt noch zu wenig wirksam war oder daß durch die feuchte und kühle Witterung (geringe Verdunstung und reichliche Wasseraufnahme) der Saft- und Harzdruck gleich hoch bleiben konnte.

Über den hemmenden Einfluß kühler Witterung auf das Verhalten der Borkenkäfer wird auch bei späteren Versuchen hingewiesen werden.

Baum Nr. 3. Einfache Ringelung.

Der Baum wurde am 1. Mai 1931 — eine ca. 34 Jahre alte und etwa 12 m hohe Fichte mit 12 cm Brusthöhendurchmesser — indem ein 3 cm breiter Rindenstreifen mit der Hippe bis auf das Holz entfernt wurde. (Das oberhalb des Ringes gelegene Baumstück erhält weiterhin Zufuhr von Assimilaten aus der Krone, während das darunter befindliche Stück keine Assimilate mehr erhält.)

Am 28. Mai: 40 *typographus* in etwa 1,6 m Höhe dem Sack beigegeben. (Die Käfer waren kurz vorher einem Fangbaum eines in der Nähe liegenden Altbestandes entnommen.) Der Sack reicht gleich weit über und unter die Ringelung. Diese selbst war zuvor mit Paraffin überstrichen worden, um ein Haftenbleiben der Käfer zu verhindern. Die jungen Triebe waren etwa 2 cm lang.

Am 11. Juni: 15 Käfer tot, 25 lebend (davon 5 im Sack und 20 an einem Schnitt, der bei Anlegung des Ringes anscheinend daneben gegangen war; anfangs war dieser so scharf und dünn, daß er nicht bemerkt wurde).

Unterhalb der Ringelung lagen 5 Einbohrversuche, 1 davon nicht tiefergehend (2 mm) und mit Harz gefüllt. Die übrigen 4 liegen alle an dem feinen, aber ziemlich tiefen Schnitt, der keinen Harzausfluß zeigte. Hier hatten sich die Käfer an 4 Stellen eingebohrt und — wie ein teilweises Nachschneiden ergab — auch meist lebend und gesund erhalten; einige waren ziemlich stark mit Harz überzogen.

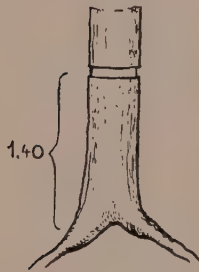


Abb. 9. Einfach geringelte Fichte.

Doch muß dieses Eindringen der Käfer für unsere Zwecke natürlich außer Betracht bleiben, da hier ja keine Durchbohrung der Rinde stattfand. Außer an dieser Verletzung waren sonst auch keine Einbohrungen festzustellen. Die Käfer und das Randgebiet wurden darum ausgeschnitten und die Stelle fest mit Paraffin abgeschlossen.

Eine Grenzwertbestimmung unterhalb der Ringelung (in 15 cm Entfernung vom Ring) ergab als osmotische Werte für grüne Rinde und Bast 0,05/0,06 Mol. KNO_3 . Die Rinde war noch nicht trocken und ziemlich leicht ablösbar. Die Fichte zeigt äußerlich nichts Auffallendes; die jungen Triebe waren frisch und bis etwa 6 cm weitergewachsen.

Am 12. Juni: 30 *typographus* (im Ganzen) frisch beigegeben.

Am 3. Juli: 24 Käfer tot im Sack, 6 waren nicht mehr zu finden, demnach also eingebohrt; am unteren Rand der Ringelung 5 Einbohrlöcher und sämtliche durch die Paraffinschicht hindurchgehend; 1 Bohrloch bei einem alten Ast zeigt starken Harzausfluß. Nach dem geringen Bohrmehlauswurf zu schließen, erscheint es fraglich, ob die eingebohrten Käfer noch am Leben sind; vorläufig wurde jedoch mit Absicht noch nicht nachgeschnitten.

Nach Markierung der alten Bohrstellen wurden 20 *typographus* neu hinzugegeben.

Am 9. Juli: 14 Käfer tot, 4 lebend im Sack; demnach also 2 eingebohrt. Oberhalb der Ringelung auch 2 neue Bohrlöcher, wovon das eine starken Harzausfluß zeigt, während das andere mit Harz vollgefüllt ist. Die 4 übrigen Käfer wurden wieder in den Sack zurückgegeben.

Grenzwertbestimmung: Diese wurde je 40 cm oberhalb wie unterhalb der Ringelung vorgenommen.

- a) 40 cm unterhalb des Ringes: Rinde ist trocken und schwer abzuziehen, der Bast nicht oder nur unvollständig ablösbar. Als osmotischer Wert ergab sich für die grüne Rinde 0,01/02 Mol. KNO_3 , ebenso für den Bast. Die Bestimmung war schwierig und undeutlich, da manche Zellen schon in destill. Wasser schwache Plasmolyse zeigten. Die Zellen waren leer, d. h. nicht mit Körnchenprotoplasma gefüllt.

b) 40 cm oberhalb des Ringes: Die Rinde ist sehr saftig und leicht ablösbar. Der osmotische Wert ist schwer zu bestimmen, da ebenfalls schon in destill. Wasser leichte Plasmolyse vorhanden zu sein scheint, die sich dann auch nicht verändert, wenn die Schnitte in KNO_3 -Lösungen von 0,05 und 0,10 Mol. gebracht werden; erst bei 0,10 Mol. scheint sich die Kontraktion bzw. Ablösung zu verstärken, bei 0,15 Mol. zeigt sich auch einwandfreie Plasmolyse. Demnach ist die erstere Erscheinung wohl als sog. „Scheinplasmolyse“ anzusehen und als osmotischer Wert hat 0,10 Mol. KNO_3 gleichmäßig für grüne Rinde und Bast zu gelten. Die Zellen (Parenchym) sind durchweg prall mit Körnchenprotoplasma gefüllt.

Wetter: vom 12.—17. Juni heiter und warm, vom 18.—26. meist Regen, dann wieder trocken, aber kühler; vom 1.—9. Juli jeden 2. Tag Regen, bedeckt und wenig warm.

Am 25. Juli: die restlichen 4 Käfer tot, kein weiterer Einbohrversuch festzustellen. Auch Bohrmehl ist nicht vorhanden, woraus zu schließen ist, daß die eingebohrten Käfer nicht mehr am Leben sind. Doch wurde mit Absicht noch nicht nachgeschnitten.

20 *typographus* wieder frisch beigegeben.

Am 21. August: Alle 20 Käfer tot im Sack; keine Spur irgendwelcher Einbohrung zu sehen.

Wetter: vom 3. Aug. ab mit einigen Ausnahmen ständig Regen und kalt.

20 *typographus* und 10 *chalcographus* frisch beigegeben; letztere waren erst so spät aus dem Käferlager angefallen.

Am 2. September: 11 *typographus* tot, 6 lebend im Sack und 3 bis zur Hälfte im Einbohren begriffen (2 davon an einer großen Borkenschuppe, 1 ganz oben bei der Abbindung). Die alten Bohrlöcher, die jetzt mit Harz angefüllt waren, wurden nicht bevorzugt.

4 *chalcographus* tot im Sack, 4 lebend, 2 waren nicht mehr auffindbar, aber kein Bohrloch zu sehen, auch kein Bohrmehl.

10 *typographus* im Ganzen neu beigegeben.

Wetter vom 21. 8.—2. 9.: anfangs Regen, bedeckt, dann aufheiternd, aber wenig warm (am 26. 10° C Höchsttemperatur).

Am 22. September: 7 Käfer tot, 2 lebend, 1 anscheinend eingebohrt; nur ganz unten 2 schwache Bohrversuche; sonst kein Bohrmehl, also scheinen die bereits Eingebohrten auch tot zu sein. Es wurde jedoch noch nicht nachgeschnitten, sondern die beiden lebenden Käfer nochmal beigegeben.

Wetter vom 2.—22. September: kühl, später mehr Regen.

Am 22. Oktober: 2 Käfer tot. Nur 2 ganz leicht harzende schwache Anbohrversuche unterhalb der Ringelung. Sonst nichts zu sehen, alles scheint tot zu sein.

Am 3. November: Beim Nachschneiden zeigte sich, daß sich keiner der Käfer, weder *typographus* noch *chalcographus*, sich richtig einbohren und behaupten konnte. Die meist unterhalb des Ringes eingedrungenen Käfer waren sehr bald im Harz erstickt (schon nach 4—5 mm) oder überhaupt vom Harz oder Saft vertrieben worden.

An den kleinen, etwa 3 mm tiefen Bohrversuchen zeigten sich die gleichen Erscheinungen, wie bei Baum 2 (S. 331): nämlich die runden braunen Flecken des abgestorbenen Bastes.

Oberhalb der Ringelung war die Fichte weitergewachsen und hatte guten Zuwachs angelegt; der stärkere Durchmesser gegenüber der unteren Partie war deutlich zu sehen.

Die am 9. Juli beobachteten Plasmolyseerscheinungen lassen sich nicht einwandfrei erklären.

Baum Nr. 4. Halbseitige Ringelung und halbseitige Wurzeldurchsägung.

Am 1. Mai 1931 wurden an einer Fichte — 34-jährig, 12 m hoch, 12 cm Brusthöhendurchmesser — die nach Norden und Nordosten verlaufenden Wurzeln durchgesägt und in die Schnitte Zinkbleche eingeführt. Genau über den durchsägten Wurzeln wurde der Stamm in 1,4 m Höhe halbseitig geringelt durch Entfernung eines 2 cm breiten Rindenstreifens. (Das zwischen Ringelung und Wurzeldurchsägung liegende Baumstück erhält auf dieser Seite von oben nur ganz geringe Zufuhr von Assimilaten und von unten ungenügende Wasserzufuhr.)

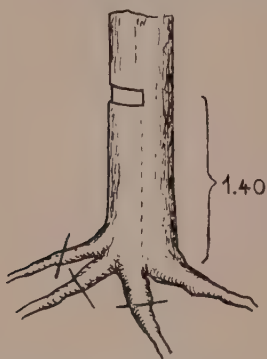


Abb. 10. Halbseitige Ringelung und halbseitige Wurzeldurchsägung. Die Striche deuten die Durchsägung der Wurzeln an.

Am 28. Mai: mit 40 *typographus* besetzt in etwa 1,4 m Höhe; der Sack reicht gleich weit über und unter die Ringelung. Die Käfer waren einem Fangbaum aus einem benachbarten Altbestand entnommen. Die Ringelung war zuvor — um ein Hängenbleiben der Käfer zu vermeiden — mit Paraffin überstrichen worden. Junge Triebe 2—3 cm lang.

Das Wetter war an diesem Tage heiter und warm (27° C).

Am 11. Juni: 31 Käfer tot, 6 lebend im Sack, 3 Käfer an alten Aststummeln eingebohrt.

2 kleine, etwa 3 mm tiefe Bohrlöcher direkt über der Ringelung waren wieder verlassen, wohl wegen des ausdringenden Harzes. 4 weitere Einbohrungsversuche, bei denen kaum die eigentliche Rinde erreicht war, zeigen Harzausfluß. Die 3 eingebohrten Käfer sind durch einen alten Aststummel eingedrungen, 1 davon steckt tot im Bohrloch; ob die anderen von hier aus in die lebende Rinde eindringen werden, muß abgewartet werden. Äußerlich ist an der Fichte nichts auffallendes zu sehen, junge Triebe sind frisch und bis etwa 4 cm weitergewachsen.

Am 12. Juni: 30 *typographus* frisch beigegeben.

Am 3. Juli: 26 Käfer tot, sonst kein Käfer im Sack, demnach 4 eingebohrt. Zu sehen sind 2 Bohrlöcher im oberen Drittel, Halbring und Seite der Wurzeldurchsägung wurden nicht bevorzugt. Es scheint fraglich, ob die eingebohrten Käfer noch am Leben sind, da keine Spur von Bohrmehl zu sehen ist.

Wetter vom 28. Mai — 3. Juli: Maiende warm und Gewitterregen, am 1., 18., 26. Juni erhebliche Temperaturrückgänge, sonst ziemlich warm, 10 Regentage.

Nach Markierung der alten Stellen 40 *polygraphus* frisch beigegeben.

Am 25. Juli: 30 Käfer tot im Sack, die restlichen 10 steckten an 9 harzigen, aber anscheinend nicht tiefergehenden, Bohrstellen am unteren Rand des Sackes in der Rinde; Bohrmehl ist jedoch keines zu sehen, woraus man wohl auf den Tod der Käfer schließen kann. Die Partie der Ringelung und der Einsägung war nicht bevorzugt worden.

Nach Markierung der alten Fraßstellen und teilweiser Paraffinierung wieder frisch

20 *typographus* beigegeben.

Am 21. August: 17 Käfer tot im Sack, 2 halblebend und steif am Stamm, 1 bei einem alten Ast in eine mit Paraffin überstrichene Borkenschuppe eingebohrt, doch scheinbar noch nicht in die grüne Rinde gehend.

Wetter im August: meist bedeckt und Regen, kühl.

10 *typographus* und 20 *chalcographus* beigegeben.

Am 2. September: 6 *typographus* tot, 4 lebend im Sack, keine Einbohrung, nur auf halber Höhe ein schwacher, leicht harzender Versuch; die Seite der Ringelung und Einsägung wurde nicht bevorzugt, der Versuch lag auf der entgegengesetzten Seite. Von ev. früher eingebohrten Käfer war kein Bohrmehl zu sehen.

14 *chalcographus* lebend, 4 tot im Sack, 2 nicht mehr auffindbar, jedoch keine Einbohrung, kein Bohrloch zu sehen.

Grenzwertbestimmung: In 1 m Höhe direkt über den durchsägten Wurzeln: Rinde mäßig saftig, aber noch gut ablösbar. Grüne Rinde und Bast zeigten schon in destilliertem Wasser zweifelsfreie Plasmolyse in ihren Parenchymzellen (leichte Ablösung des Plasmas an den Zellenecken), die sich in KNO_3 -Lösungen von 0,025 und 0,05 Mol. weiter verstärkte; im älteren Bast war die Erscheinung etwas schwächer. Aus diesem Grunde war es daher nicht möglich die Grenzplasmolyse zu bestimmen.

Zum Vergleiche wurde zur selben Zeit noch eine Konzentrationsuntersuchung an einer gesunden, völlig normalen Fichte vorgenommen. Das betr. Rindenstück wurde in 1,4 m Höhe entnommen, es war mäßig saftig und leicht ablösbar. Als osmotischer Wert ergab sich für

grüne Rinde 0,08 Mol. KNO_3

jüngeren Bast 0,07 „ „

älteren Bast 0,08 „ „. Die Plasmolyse

war sehr ungleichmäßig und darum ziemlich schwer zu bestimmen. Die Zellen zeigten sich um diese Jahreszeit leer, d. h. ohne Körnchenprotoplasma; am geringelten Stamm dagegen enthalten die Zellen über der Ringelung Körnchenplasma.

10 *typographus* frisch beigegeben, 14 *chalcographus* belassen.

Am 22. September: 7 *typographus* tot, 2 lebend, 1 sich eben in eine Borkenschuppe einbohrend (zu $\frac{1}{3}$).

8 *chalcographus* tot, 6 lebend; keine Einbohrung.

Am 22. Oktober: Alles tot, keine Einbohrung, auch kein weiterer Versuch hiezu zu sehen.

Am 3. November: Beim Nachschneiden ergab sich, daß keiner der (wenigen) Einbohrungsversuche tiefergehend war (nur 3—4 mm); auch die am Aststummel eingedrungenen Käfer hatten sich nicht weiter einzubohren vermocht; sie lagen tot in dem kurzen Bohrgang, zeigten aber nur geringe Harzspuren. Demnach scheint der Saftdruck ihnen zum Verhängnis geworden zu sein. An einigen Bohrstellen zeigten sich wieder im Bast die runden, markstückgroßen, braunen Flecke, als hätten die geringen, 2—3 mm tiefen Anbohrungen genügt, die umgebende Bastpartie zum Absterben zu bringen.

Es war auch hier weder dem *polygraphus* noch *typographus* und *chalcographus* eine einwandfreie Einbohrung in die grüne Rinde oder gar die Anlegung eines richtigen Bohrganges gelungen.

Baum Nr. 5. Fast vollständige Stammdurchsägung.

Am 1. Mai 1931 wurde eine Fichte — 34-jährig, 12 m hoch, 11 cm Brusthöhendurchmesser — in ca. 20 cm Bodenhöhe nahezu vollständig (bis auf einen etwa 2 cm breiten Streifen) durchsägt und in den Sägeschnitt ein Zinkblechstreifen eingeschoben. Gegen Windwurf wurde der Baum an einer danebenstehenden Fichte gesichert.

Am 28. Mai: mit 40 *typographus* besetzt in etwa 1,2 m Höhe. Die Käfer entstammten einem Fangbaum des benachbarten Altbestandes. Junge Triebe waren etwa 1—2 cm lang.

Am 29. Mai: Grenzwertbestimmung: (das Wetter war die vorhergegangenen 6 Tage trocken und warm). Das zu untersuchende Rindenstück war in $\frac{1}{2}$ m Höhe über der Durchsägungsstelle entnommen; die Rinde war leicht ablösbar, wenn auch nicht ganz so saftig, wie bei einem normalen Baum.

Als osmotischer Wert wurde gemessen für

grüne Rinde 0,10 Mol. KNO_3

älterer und jüngerer Bast 0,09 „ „

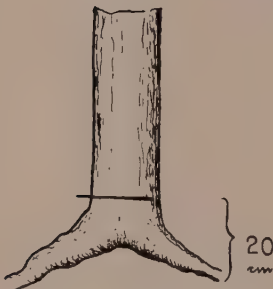


Abb. 11. Fast vollständige Stammdurchsägung. Der Strich bedeutet die Einsägung des Baumes.

Am 11. Juni: 13 Käfer tot im Sack, 17 lebend, demnach 10 eingebohrt (3 Bohrlöcher an alten Ästen sichtbar). Außerdem noch 4 andere Bohrlöcher. 4 weitere nicht tiefergehende Einbohrversuche zeigen starken Harzausfluß. Die eingebohrten Käfer scheinen wohlbehalten zu sein, da sie ziemlich viel Bohrmehl ausschieben.

Die vorgenommene Konzentrationsbestimmung ergab einen osmotischen Wert von 0,13—14 für die grüne Rinde, 0,11—12 Mol. KNO_3 für den Bast. Daraus ergibt sich, daß der Zellsaft durch die fortschreitende Verdunstung und die ungenügende Wasserversorgung konzentrierter geworden war als am 29. Mai.

Fichte zeigt sonst nichts Auffälliges; junge Triebe frisch und etwa 4 cm lang.

Am 12. Juni: 10 *typographus* und 30 *chalcographus* (in einem darüber befindlichen Sacke) frisch beigegeben.

Am 27. Juni: *typographus*: alle 10 Käfer tot im Sack; außer 2 geringfügigen leicht harzenden Bohrversuchen ist nichts zu sehen.

chalcographus: 9 Käfer tot im Sack, 4 lebend; von den übrigen 17 Käfern ist keine Spur zu sehen, ebensowenig ein Bohrloch oder eine Beschädigung des Sackes; nur 2 ganz leichte Bohrversuche sind zu erkennen.

Wetter: vom 12. ab zunächst trocken und warm, am 18. erheblicher Temperatursturz, dann wieder warm, aber regnerisch.

Am 3. Juli: 30 *typographus* frisch beigegeben.

Am 9. Juli: Grenzwertbestimmung: Rindenentnahme in etwa 1 m Höhe, d. i. 80 cm über der Einsägung (dicht unterhalb des Sackes); die Rinde

war saftig und leicht ablösbar. Als osmotische Werte ergaben sich für die grüne Rinde 0,08—09 Mol. KNO_3 ; für den Bast ließ sich kein brauchbares Resultat ermitteln, da dieser schon in Wasser leichte Spuren von Plasmolyse zeigte, die sich auch nur undeutlich und kaum wahrnehmbar veränderten, nachdem er in KNO_3 -Lösungen bis zu 0,10 Mol. gebracht worden war.

Die Zellen des Parenchyms (sowohl von grüner Rinde wie Bast) waren durchweg prall mit Körnchenprotoplasma gefüllt.

Die Unterschiede in den osmotischen Werten gegenüber der Messung vom 11. Juni sind eigentlich genau umgekehrt als man hätte annehmen sollen. Denn die ungenügende Wasserversorgung ließe eigentlich einen Zellsaft von höherer Konzentration erwarten, noch dazu nachdem die prallgefüllten Zellen von weiterer Zufuhr der Assimilate zeugen. Der ermittelte Wert von 0,08 Mol. gegenüber vorher 0,13 Mol. KNO_3 in der grünen Rinde beweist aber, daß der Zellsaft jetzt weniger konzentriert ist; Voraussetzung wäre aber die Möglichkeit einer Wasseraufnahme. Ob der bei der gegenwärtigen starken Durchsägung verbleibende schmale Streifen diese ermöglicht hat, ist doch sehr fraglich. Der Abwärtstransport der Assimilate wird hier wohl in einer nicht ohne weiteres ersichtlichen Form der Grund der Veränderung gewesen sein.

Käfer: 5 *typographus* tot, 25 lebend im Sack; aber keine Einbohrung, auch kein Versuch einer solchen ist zu sehen.

25 *typographus* wieder beigegeben.

Am 31. Juli: 22 Käfer tot, 3 lebend (2 schwach) im Sack; außer einem stark harzenden Bohrversuch bei der unteren Abschnürung über der Durchsägung ist keine Einbohrung zu sehen. Ohne Käfer!

Wetter vom 9.—31. Juli: im ganzen wenig warm, meist bedeckt, 10 Regentage, am 15., 20. und 28. erhebliche Temperaturrückgänge.

Am 21. August: 20 *typographus* frisch beigegeben.

Am 2. September: 8 Käfer tot, 10 lebend im Sack; 2 scheinen eingebohrt, 2 Bohrlöcher unten und in der Mitte der Partie, etwas Bohrmehl und leichten Harzausfluß aufweisend; außerdem noch auf halber Höhe ein leicht harzender Bohrversuch. Die Bohrungen bzw. Versuche liegen auf drei verschiedenen Seiten, die Einsägungsstelle ist nicht bevorzugt.

Wetter vom 21. ab: anfangs bedeckt und regnerisch, dann etwas besser, aber durchweg kühl (am 26. 10°C).

10 *typographus* beigegeben (keine größere Zahl vorhanden).

Eine Bestimmung des osmotischen Wertes ergab für die grüne Rinde 0,11—12 Mol. KNO_3 ; für den Bast, der nur ein sehr unklares Bild darbot und teilweise schon in Wasser wieder Anfänge von Plasmolyse zeigte, ließ sich kein brauchbarer Wert ermitteln. In den Parenchymzellen von Rinde und Bast reichlich Körnchenprotoplasma.

Zum Vergleiche sei hier die Untersuchung einer gesunden, normalen, gleichaltrigen und benachbarten Fichte angegeben. Rindenentnahme in gleicher Höhe.

Es wurden als osmotische Werte ermittelt für

grüne Rinde.	= 0,08 Mol. KNO_3	} Zellen durchweg ohne Körnchenprotoplasma
jüngerer Bast	= 0,07 „ „	
älterer Bast	= 0,08 „ „	

Am 22. September: 10 Käfer tot, ohne Einbohrung oder Versuch.

Am 3. November: Beim Nachschneiden zeigte sich, daß kein Käfer mehr am Leben war; sie hatten die 8—10 Bohrungen nicht weiterführen können, wenige Millimeter hinter dem Einbohrloch lagen sie tot in den kurzen Bohrgängen (nur z. T. verharzt) oder sie hatten dieselben wieder verlassen. Nur in der toten Partie bei einigen alten Ästen war ein etwa 2 cm langer Bohrgang, aber ohne Käfer. Der Harzdruck war sowohl oberhalb wie unterhalb der Durchsägung noch ein sehr guter.

Auch an diesem Stamm war den Käfern eine Einbohrung nicht gelungen. Die unklaren Messungsergebnisse lassen allerdings nicht mit Bestimmtheit sagen, daß hier der optimale Dispositionszustand des Baumes noch nicht erreicht war. Wenn auch der Verbindungsstreifen mit den Wurzeln nur ein sehr kleiner war, so ließen die zahlreichen Regenfälle, die tiefe Temperatur und die dadurch bedingte geringe Verdunstung zweifellos nur eine sehr langsame Verminderung des Wasservorrates im Baum zu.

Aber man hatte den Eindruck (und zwar hier stärker als bei einer der anderen Fichten), daß nicht darin, sondern in der Passivität der Käfer selbst der Grund liege. Die Käfer waren meist träge, ziemlich steif und zeigten nicht die etwa zur Schwärmzeit gewohnte Lebhaftigkeit. Und für dieses matte, schwachlebendige Verhalten ist die Ursache zweifellos in der ungünstigen feucht-kühlen Witterung zu suchen. Namentlich die tiefen Temperaturen (Tagestemperaturen im Juli und August zeigen Rückgänge bis auf 10°, 12°, 13°, 14° C, Nachttemperaturen mit 5 und 8° C) wirkten ungemein hemmend auf die gesamten Lebensäußerungen der Käfer. —

Baum Nr. 6. Stark sonnengebräunter Stamm am O-Rand freistehend.

Eine 34jährige Fichte mit ca. 11 m Höhe und 11 cm Brusthöhendurchmesser, am O-Rande des Bestandes stehend (die Rinde ist etwas aufgeworfen und verfärbt).

Am 29. Mai 31: mit 20 *Dendroctonus micans* in 1,3 m Höhe besetzt.

Eine vorhergegangene Grenzwertsbestimmung, wobei das zu untersuchende Rindenstück in etwa 1,2 m Höhe entnommen war, ergab als osmotischen Wert ziemlich gleichmäßig für grüne Rinde und Bast (ält.) 0,10 Mol. KNO₃, jung. Bast 0,09—10 Mol. Die jungen Triebe waren etwa 3—4 cm lang.

Am 11. Juni: 3 Käfer tot, 7 lebend (davon 3 eben im Einbohren begriffen), 10 eingebohrt.

Die sonnengebräunte Seite war bei den Bohrungen von den Käfern nicht bevorzugt worden, sie hatten sich hauptsächlich im unteren Teil und auf der entgegengesetzten Seite eingebohrt; 2 stark harzende Bohrlöcher waren wieder verlassen worden; aus 7 Bohrlöchern erfolgt kräftiger Bohrmehlausschub. Die Käfer hatten demnach sogleich mit dem Einbohren begonnen.

7 Käfer wieder beigegeben, alte Bohrlöcher zuvor markiert.

Am 27. Juni: 1 Käfer tot, 1 lebend im Sack; 1 Käfer wurde bei teilweisem Nachschneiden, um die Tiefe des Eindringens festzustellen, getötet.

Alle übrigen Käfer sind eingebohrt und, nach dem großen Bohrmehlausschub zu schließen, lebend; einige kräftige Harztrichter sind ebenfalls vorhanden; die Einbohrungen erfolgten größtenteils durch neue Bohrlöcher.

Am 25. Juli: 2 Käfer tot, 1 lebend.

Es müssen also 2 Käfer wieder ihr Bohrloch verlassen haben. Die Harztrichter haben sich vergrößert, große Harzbrocken und viel Bohrmehl im Sack. Teilweise nachgeschnitten. Dabei wurden 2 Käfer tot im Bohrgang vorgefunden; doch waren sie nicht etwa durch Harz getötet worden, denn sie waren völlig frei davon. Ebenso fanden sich auf einem kleinen Platz etwa 15 junge Larven; die Käfer waren also nach regelrechter Einbohrung auch zur Begattung und Eiablage gekommen.

Sonst wurden die Fraßstellen unverändert belassen. Doch darf nicht verkannt werden, daß das Nachschneiden eine schwere Schädigung der Käfer und für die junge Brut wohl den Tod bedeutete.

Am 21. August: Die durch das Schneiden entstandenen Wundstellen zeigen starken Harzausfluß; 2 Käfer stecken tot in einem Harztrichter. Die Brut scheint tot zu sein. Auch frisches Bohrmehl ist nicht zu sehen.

Am 7. September: Unverändert, weder frisches Harz noch Bohrmehl ist festzustellen. Anscheinend alles tot, es wurde jedoch noch nicht nachgeschnitten.

Am 22. September: Beim Nachschneiden zeigte sich, daß alles tot war; sowohl die dabei vorgefundenen 4 Käfer wie die Brut; an einer Stelle wurden noch einige (etwa 10) Eier gefunden, aus denen sich vielleicht noch Larven hätten entwickeln können. Von den toten Käfern war nur 1 ganz leicht mit Harz bedeckt, die übrigen völlig frei davon.

Bis zu dem Moment des Nachschneidens am 25. Juli hatten die eingebohrten Käfer sich überwiegend normal weiterentwickelt, waren zur Anlage der Bohrgänge, zur Begattung und Eiablage geschritten. Von jenem Tage aber an, war die Entwicklung zu Ende, Brut und Käfer lebten nicht mehr wie vor weiter. Es kann darum nicht entschieden werden, ob die Käfer nicht auch ohne den Eingriff, durch Reaktion des Baumes usw., zugrunde gegangen wären; aber allem Anschein nach ist durch das frühe Nachschneiden das Ende der Käfer verursacht worden.

Daß *Dendr. micans* sich sogleich nach dem Ansetzen in die Fichte eingebohrt hat, ohne Bevorzugung der sonnengebräunten Seite, ohne Rücksicht auf ausfließendes Harz, bestätigt die Behauptung, daß dieser Käfer primär schädigend auftreten kann.

Baum Nr. 7. Gesunde, unverletzte Fichte zur Beobachtung von *Dendroctonus micans*.

Eine vollkommen unverletzte, gesunde und normale Fichte, 34-jährig, ca. 12 cm Brusthöhendurchmesser, in normalem Schluß wurde am 29. Mai mit 20 *D. micans* in ca. 1,2 m Höhe besetzt.

Eine Grenzwertsbestimmung an einer danebenstehenden gesunden und gleichartigen Fichte ergab in 1,2 m Höhe einen osmotischen Wert

von 0,10	Mol. KNO ₃	für die grüne Rinde,
„ 0,09	„ „ „	den älteren Bast,
„ 0,08/9	„ „ „	den jüngeren Bast.

Am 11. Juni: 1 Käfer tot (ziemlich mit Harz bedeckt), 11 lebend, 8 eingebohrt. Die Käfer haben sich hauptsächlich ganz unten bei der Abschnürung eingebohrt, gerade als ob sie beim Beigeben heruntergefallen wären. Doch ist auch möglich, daß mehrere dem Stammanlauf zustreben wollten (dem Ort des häufigsten Befalls) und dabei durch die Abbindung im unteren Teil des Sackes festgehalten wurden. Nur 1 Bohrloch befand sich im Gegensatz dazu ganz oben. 5 kleinere Bohrversuche, bei denen die grüne Rinde eben noch durchbohrt ist, zeigen kräftigen Harzausfluß. Wetter: am 29. und 30. Mai warm, leichte Gewitterregen, dann kühler, ab 5. Juni wieder wärmer, vom 7.—10. mittelstarke Gewitterregen.

11 Käfer dem Sacke wieder beigegeben.



Abb. 12. Äußeres Bild von *micans*-Fraß. Derselbe Stamm 2mal aufgenommen: a mehr von links, b mehr von rechts. Auf a ist der tiefe Käfergang auf größerer Strecke zu sehen, bei b fängt er nach links zu an.

Am 27. Juni: 1 Käfer lebend im Sack, alle übrigen sind eingebohrt; starker Bohrmehlausschub und kräftige Harztrichter. Käfer demnach wohlbehalten.

Am 25. Juli: kein Käfer im Sack; sie blieben alle eingebohrt; Harzklumpen haben sich vergrößert, ebenso die Menge des Bohrmehls. Die Käfer scheinen also

gesund zu sein; es wurde aber nicht nachgeschnitten, um eine Schädigung zu vermeiden.

Am 21. August: 2 Käfer liegen tot im Sack, im sog. „Mörtel“ (Mischung aus Harz und Bohrmehl) eingebettet, ein 3. Käfer steckt tot in einem Harztrichter. Außerdem einige starke ganz frische Harztrichter.

Am 7. September: Sehr viel „Mörtel“ im Sack, oben und unten bei den alten Harztrichtern viel frisches Harz ausfließend, infolge des Käferfraßes von innen her; daneben und oberhalb davon ist die Rinde etwas aufgebaucht und klingt hohl, es muß also darunter bereits der sog. Plätzefraß der jungen Brut eingesetzt haben.

Am 3. November: Im Ganzen unverändert, einige Harztrichter und die Mörtelmenge haben sich vergrößert. Die aufgebauchte Rindenpartie des darunterliegenden Plätzefraßes der Brut hat sich weiter ausgedehnt. Doch wurde absichtlich nicht nachgeschnitten, um den Fortgang und die Weiterentwicklung ungestört beobachten zu können.

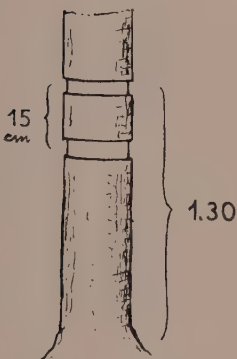


Abb. 13. Doppelt geringelte Fichte.

Auch hier hat sich also *D. micans* in einen Baum, der vollkommen gesund war und unter normalem Saftdruck stand, einzubohren und zu behaupten vermocht, wenn dabei auch einige Käfer erlegen waren. Es ist eine weitere Bestätigung dafür, daß der Käfer primär auftreten kann.

Baum Nr. 8. Doppelt geringelte Fichte.

Am 3. Juli 1931 wurde im gleichen Bestande eine Fichte (34 Jahre alt, ca. 11 m hoch, 12 cm Brusthöhendurchmesser) in 1,3 m Höhe geringelt durch Entfernung eines 2 cm breiten Rindenstreifens bis auf den Splint; in einem Abstand von 15 cm wurde darunter ein ebensolcher Ring angelegt.

Am 25. Juli: 25 *typographus* beigegeben.

Zuvor waren die beiden Ringe mit Paraffin überstrichen worden, um auf der verharzten Fläche ein Klebenbleiben der Käfer zu verhindern.

Das Wetter war vom 3. Juli ab wenig mittelwarm gewesen mit zahlreichen Niederschlägen (9 Regentagen).

Am 31. Juli: 1 Käfer tot, 22 lebend im Sack, 2 im Einbohren begriffen (1 davon zu $\frac{2}{3}$ eingebohrt) und zwar:

Oberhalb des oberen Ringes: keine Einbohrung und auch kein Versuch einer solchen, auch nicht am Ringschnitt selbst.

Mitte zwischen den beiden Ringen: ebenfalls keine Einbohrung, nur 3 ganz schwache Versuche (nur in der Borke), auch am Ringschnitt nichts.

Unterhalb des unteren Ringes: Nur ganz unten bei der Abschnürung, etwa 20 cm vom Ring entfernt, sind 8 Bohrversuche zu sehen, von denen einer 3—4 mm tief geht, worin 2 Käfer stecken; die meisten Stellen zeigen leichten Harzaustritt.

22 Käfer wieder beigegeben.

Am 11. August: 22 Käfer tot im Sacke; kein Bohrmehl.

Oberhalb des oberen Ringes und zwischen den Ringen keine Veränderung, keine Einbohrung zu sehen.

Unterhalb des unteren Ringes: kein neues Bohrloch, nur 3 beisammenliegende frühere Bohrlöcher sind etwas weiter ausgehöhlt, aber ohne Käfer und Harz; alle anderen älteren Bohrungen sind mit Harz ausgefüllt und erhärtet. Die alten Bohrlöcher, wo die Rinde also bereits durchbohrt gewesen wäre, waren nicht beachtet worden. Im übrigen versuchen die Käfer immer möglichst nach unten zu dringen, auch wenn sie beim Beigeben durch eine leichte Abbindung in der Mitte am Hinunterfallen verhindert waren. Ein Grund hierfür ist nicht ersichtlich.

Ohne Käfer belassen, da augenblicklich keine angefallen sind.

Grenzwertbestimmung (11. August):

- a) Rindenentnahme 20 cm unterhalb des unteren Ringes: Rinde (in der Nähe der Bohrlöcher entnommen) noch ziemlich saftig und verhältnismäßig leicht ablösbar. Als osmotische Werte wurden ermittelt für grüne Rinde = 0,08, älterer Bast = 0,06, jüngster Bast = 0,02/03 Mol. KNO_3 . Zellen fast leer, ohne Körnchenprotoplasma. Die Feststellung war sehr schwierig und z. T. nicht möglich, da die Reaktion sehr ungleichmäßig war und verschiedene Zellen des jüngsten Bastes schon in Wasser deutliche Plasmolyse zeigten.
- b) in der Mitte zwischen den Ringen: Rinde leicht ablösbar und saftig. Der ermittelte osmotische Wert war für die grüne Rinde 0,05 Mol. KNO_3 ; jüngerer und älterer Bast konnten nicht gemessen werden, da beide schon in destilliertem Wasser leichte, aber deutliche Plasmolyse zeigten, die sich bei Lösungen bis 0,05 Mol. verstärkte. Die Zellen waren ohne Assimilate.
- c) 10—15 cm oberhalb des oberen Ringes: Rinde sehr saftig und leicht ablösbar. Der ermittelte osmotische Wert war für grüne Rinde = 0,03/04, älterer Bast = 0,07 Mol. KNO_3 , jüngster Bast zeigte erst bei 0,15 Mol. Plasmolyseanfänge. Die Zellen waren mit Körnchenprotoplasma gefüllt.

Das Wetter war Ende Juli und in der ersten Augushälfte mittelwarm, aber sehr niederschlagsreich.

Am 21. August: 20 *typographus* und 20 *chalcographus* zusammen frisch beigegeben.

Am 7. September: 17 *typographus* und 14 *chalcographus* tot im Sack, sonst ist von den Käfern nichts zu sehen.

- a) Oberhalb des oberen Ringes: keine Einbohrung, nur ein Versuch von *typographus* am Ring selbst durch Paraffin hindurchgehend.
- b) Mitte: 3 Bohrlöcher von *typographus* und 2 von *chalcographus*, dabei auch etwas Bohrmehl, kein Harz ausfließend; außerdem am Ringschnitt 2 größere Bohrungen von *typographus* und *chalcographus* nebeneinander.
- c) Unterhalb des unteren Ringes: ganz unten 2 ganz schwache Bohrversuche von *chalcographus*.

Es ist möglich, daß *chalcographus* z. T. in Bohrlöcher von *typographus* gegangen ist; doch wurden im allgemeinen die früheren Bohrversuche nicht weiter beachtet.

Wetter vom 21. August bis 7. September: kühl, viel Niederschläge; am 26. 8. mittags 10° C, nachts 6° C.

Grenzwertbestimmung (7. September):

- a) Rindenentnahme 10 cm oberhalb des oberen Ringes, sehr saftig und leicht ablösbar; Zuwachs war hier deutlich angelegt. Als osmotische Werte ergaben sich für

grüne Rinde	= 0,05/06 Mol. KNO_3
älterer Bast	= 0,15/16 „ „
jüngerer Bast	= 0,11/12 „ „

Die Zellen von grüner Rinde und Bast waren mit Körnchenprotoplasma gefüllt.

- b) Mitte, zwischen den Ringen: Rinde noch sehr saftig und leicht ablösbar; im Bast harte braune Harzeinlagerungen. Ermittelt wurden für

grüne Rinde	= 0,05/06 Mol. KNO_3
älterer Bast	= 0,11/12 „ „
jüngerer Bast	= 0,08/09 „ „

Die Zellen von Rinde und Bast waren ohne Assimilate.

- c) 10 cm unterhalb des unteren Ringes; Rinde ziemlich trocken und nur unvollständig ablösbar; im Bast harte braune Harzeinlagerungen. Gemessen wurden für

grüne Rinde	= 0,07 Mol. KNO_3
älterer Bast	= 0,08/10 „ „

Die Zellen des Bastes zeigten schon in Wasser leicht angehende Plasmolyse, die sich aber erst in Lösungen von 0,10 Mol. verstärkte, sodaß erst der sich hier ergebende Wert als Grenzwert angenommen wurde. Im übrigen waren die Zellen von Bast und grüner Rinde ohne Assimilate.

Gleichzeitig damit wurde am 7. September die Konzentrationsbestimmung an einer gesunden, normalen und benachbarten 34jährigen Fichte vorgenommen in ca. 1,5 m Höhe: die Rinde war trocken und schwer abzulösen, der jüngere Bast größtenteils nicht mehr.

In ganz frischem

Zustande sofort unter das Mikroskop gebracht zeigten die Zellen des Jungbastes leichte, aber deutlich wahrnehmbare Plasmolyse.

Die Erscheinung unterschied sich in nichts von richtiger, durch schwach konzentrierte Lösungen hervorgerufener Plasmolyse. Bei Zugabe von destilliertem Wasser und Durchsaugenlassen änderte sich an dem Aussehen und der Form der Zellen gar nichts. Nach darauffolgendem Durchsaugen von 0,30 molarer KNO_3 -Lösung verstärkten sich nach wenigen Minuten schon die Plasmolyseerscheinungen und nahmen schließlich nach 15–20 Minuten sehr starke, teils kugelige Formen an.

Für die grüne Rinde, bei der sich nur an vereinzelt Parenchymzellen eine leichte Ablösung der Zellhaut zeigte, wurde ein osmotischer

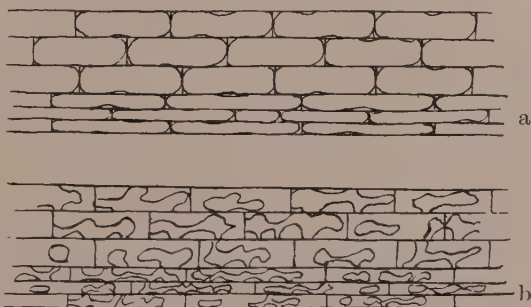


Abb. 14. Plasmolyse a in Wasser. b nach 20 Min. in 0,30 KNO_3 -Lösung.

Wert von 0,06 bzw. 0,05 Mol. KNO_3 ermittelt. (Hier zeigte die Mehrzahl der Zellen deutlichere Plasmolyse.)

Auffallend und unerklärlich ist bei der gesunden, unverletzten Fichte die Erscheinung, daß die Parenchymzellen des jungen (letztgebildeten) Bastes und des daran anschließenden etwas älteren schon in frischem Zustande Plasmolyse zeigen. Daß diese Erscheinung nicht auf Wassermangel beruhen kann, geht einmal daraus hervor, daß dem Baum infolge des nassen August und einiger kräftigen Regen zu Septemberbeginn immer ausreichend Wasser zur Verfügung gestanden hat, und dann daraus, daß sich durch Einlegen der Schnitte in dest. Wasser eine Wasseraufnahme hätte vollziehen und die Zellen prall werden müssen; letzteres war aber selbst nach längerer Zeit und auch nach Durchsaugen des Wassers nicht eingetreten. Dagegen fand bei Anwendung von KNO_3 -Lösungen mit einer Stärkekonzentration von etwa 0,10–0,15 Mol. eine weitere Kontraktion der Zellen statt, die sich bei stärkeren Lösungen weiterhin steigerte; nach dieser Richtung hin reagierten die Zellen also in der gewohnten Weise.

Eine weitere auffallende Erscheinung ist, daß sich bei den Grenzwerts- oder richtiger gesagt Konzentrationsbestimmungen für die grüne Rinde fast gleiche Werte (0,05/6 und 0,07 Mol.) sowohl beim gesunden Baum wie bei dem geringelten ergaben, während sich im Bast schon merkliche Unterschiede zeigten. Man hätte doch annehmen müssen, daß sich beim geringelten Baum oberhalb der Ringelung und auch in der Mitte zwischen den Ringen wesentlich höhere Werte ergeben würden, als unterhalb derselben; denn die Partie über der Ringelung erhält ja Zufuhr von Assimilaten und muß konzentrierter werden, während der Teil zwischen den Ringen weder Assimilate noch ausreichend Wasser bekommt. Das Ergebnis war jedoch so:

	grün. Rinde	ält. Bast	jg. Bast
gesunder Baum . .	0,05/6	— (Pl.)	— (Pl.)
„geringelt“	0,05/6	0,15/16	0,11/12 oberhalb
	0,05/6	0,11/12	0,08/9 Mitte
	0,07	0,08/10	— unterhalb.

Ebenso auffallend ist der große Spannungsunterschied zwischen grüner Rinde und dem älteren Bast (oben und mitte); es ist nicht recht zu erklären, warum hier in diesen nahe beieinander liegenden Zellpartien kein Ausgleich (oder schließlich nur ein so außerordentlich langsamer) stattfindet.)

Am 3. November: Äußerlich nichts zu sehen, anscheinend alles tot, darum wurde nachgeschnitten:

Oberhalb: Rinde frisch und saftig, kräftiger Harzdruck, keine Einbohrung, auch kein stärkerer (nur 1 schwacher) Versuch einer solchen.

Mitte: Rinde zäh und trocken, Bast größtenteils braun und tot, nur an einigen Stellen noch etwas Harzausfluß beim Schneiden; 2 Bohrgänge (1 mit 1 cm Länge, der andere etwa 4 cm lang) mit etwas Bohrmehl und kleiner Brut, 2 tote Altkäfer (*typographus*).

Unterhalb: Rinde trocken, Bast teilweise braun bis auf etwa 8 cm unter dem Ring, dann etwas besser; einige verharzte Bohrversuche und 3 kleinere Bohrgänge von 1—3 cm Länge und ziemlich verharzt, 1 toter Käfer (*typographus*) aber keine Brut; von weiteren Käfern keine Spur zu sehen.

Einbohrungen hatten also nur in der Mitte zwischen den Ringen und unterhalb der Ringelung stattgefunden und von diesen war es auch nur „in der Mitte“ zur Entwicklung von einiger, im Zeitpunkt des Nachschneidens noch sehr kleiner Brut (*typographus*) gekommen, die vielleicht ohne das Nachschneiden weitergewachsen wäre. Bei den Bohrgängen unterhalb der Ringelung hatten sich die Käfer anscheinend nicht behaupten können (*typographus* und *chalcographus*), da die aufgeschnittenen Gänge nur kurz und ohne Käfer waren.

Alle Einbohrungen waren in der Zeit vom 21. August bis 7. September erfolgt; am 21. August war in der grünen Rinde ein plasmolytischer Grenzwert von 0,05 Mol. in der Mitte und 0,08 Mol. KNO_3 unterhalb der Ringelung ermittelt worden (am 7. September 0,05/6 in der Mitte und 0,07 unterhalb). An einer gesunden, unverletzten Vergleichsfichte waren am 21. August 0,10 Mol. in der grünen Rinde gemessen worden.

Demnach würde bei einem osmotischen Wert von 0,05 bzw. 0,07/08 Mol. *typographus* instande sein, sich in die grüne Rinde einzubohren. Dem widerspricht allerdings Versuch 3—4, wo bei gleichem und geringerem Grenzwert keine Einbohrung stattfand.

Die Witterung war für die Käfer ungünstig; der August war sehr niederschlagsreich und kühl mit einigen starken Temperaturrückgängen; Septemberanfang war etwas besser, trockener, aber auch kühl.

Baum Nr. 9. Versuch eines Massenbefalls an gesunder Fichte.

Hier sollte an einer gesunden, 34jährigen Fichte mit ca. 12 cm Brusthöhendurchmesser der Versuch eines Massenbefalls gemacht werden, soweit es wenigstens mit den vorhandenen Mitteln möglich war, da angeblich bei einer starken Kalamität *typographus* infolge des Massenauftretens auch primär schaden, d. h. also sich auch in völlig gesunde Bäume einbohren soll.

Am 11. August wurden an der Fichte in einem etwas kürzer gewählten Sack in 1,3 m Höhe 80 *typographus* — die gesamten damals zur Verfügung stehenden Käfer — angesetzt; das von dem Sacke eingeschlossene Stammstück hatte eine Länge von ungefähr 40 cm.

Als plasmolytischer Grenzwert war zuvor gemessen worden:

für grüne Rinde und älteren Bast: 0,09 Mol. KNO_3

für letztgebildeten Bast: . . . 0,04—6 Mol. KNO_3 . Die Feststellung war sehr erschwert und nicht zuverlässig, da einige Zellen des letzten Bastes schon in Wasser Anfänge von Plasmolyse zeigten.

Am 21. August: 32 Käfer tot im Sacke, 7 zur Hälfte in der Rinde steckend (davon 2 tot), 41 lebend. Außerdem 6 leicht harzende Bohrversuche, bei denen die Borke durchbohrt und die grüne Rinde verletzt war. Das Wetter vom 11.—21. war kühl und naß. 41 lebende Käfer blieben wieder im Sack.

Am 2. September: 23 Käfer tot im Sack, 11 lebend, 9 zu $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ in der Rinde steckend (doch scheint die Mehrzahl bereits tot, im Harz erstickt zu sein), 3 eing bohrt; doch dringt aus einem Bohrloch bereits Harz und auch aus den beiden anderen kommt kein Bohrmehl. 3 frühere Bohrversuche waren wieder verlassen worden, aus ihnen fließt kräftig Harz; im ganzen sind 11 mehr oder weniger harzende Bohrstellen zu sehen.

Das Wetter vom 21. 8.—2. 9. war ebenso kühl und naß.

Am 22. September: 14 Käfer tot im Sack (es haben also 3 der bereits teilweise eing bohrt ihr Loch wieder verlassen). Die 6 etwa zu $\frac{2}{3}$ in der Rinde steckenden Käfer sind sämtliche tot, 3 davon ziemlich verharzt. Im Ganzen sind 4 vollständige Bohrlöcher vorhanden, von denen aus 2 Harz fließt, von den beiden anderen zeigt nur eines geringe Mengen von Bohrmehl; die bereits vorhandenen nicht tiefgehenden Bohrversuche sind alle verharzt. Das Wetter war vom 2. ab zunächst einige Tage wärmer, dann wieder kühl und regnerisch.

Am 3. November wurde nachgeschnitten und dabei zeigte sich, daß die hinter den 4 Bohrlöchern liegenden Gänge nur jeweils wenige (4—7) mm lang waren; in diesen fanden sich 5 Käfer, wovon offenbar 3 im Harz erstickt waren, während die anderen 2 ohne Harzeinschluß tot darin lagen.

Von den 80 beigegebenen Käfern (*typographus*) hatten sich also nur 5 vollständig in die grüne Rinde einzubohren vermocht und auch diese hatten sich nicht behaupten können, sondern waren schon nach ganz kurzer Zeit zugrunde gegangen; von einer richtigen Einbohrung, einem Befall, kann also keine Rede sein. Ob hier der Grund in dem vollen Saftdruck des Baumes oder in der für die Käfer sehr ungünstigen Witterung zu suchen ist, kann nicht entschieden werden; doch darf mit großer Wahrscheinlichkeit angenommen werden, daß beide Momente je zur Hälfte daran beteiligt sind.

Baum Nr. 10. Gesunde Fichte mit geringer Rindenverletzung für *micans*-Versuch.

Eine gesunde Fichte aus dem nämlichen Bestande, 34-jährig, 13 cm Brusthöhendurchmesser, war am 25. Juli in 1,2 m Höhe leicht verletzt worden, indem mit der Hippe 2 etwa 7 cm lange, etwas abgeschrägte Schnitte in die Rinde gemacht wurden.

Am 31. Juli wurden im Sack 5 *micans* beigegeben. (Mehr Käfer standen damals leider nicht zur Verfügung.)

Am 11. August: 2 eing bohrt, 2 tot, 1 lebend. (1 der Toten zeigte eine Verletzung der Beine, die anscheinend beim Ansetzen erfolgt war.) Die beiden Schnitte waren nicht beachtet worden, die 2 Einbohrungen waren ganz entgegengesetzt erfolgt; sie zeigen ziemlich viel Bohrmehl und Harz.

Am 21. August: auch der noch übrige Käfer eing bohrt, aber nicht durch ein neues Bohrloch. Weniger Bohrmehl, doch ein kräftiger Harztrichter vorhanden.

Am 2. September: in der Hauptsache unverändert. Zur Prüfung wurde nachgeschnitten; dabei zeigte sich, daß die Käfer gut lebend waren und etwa 6 cm lange Gänge gebohrt hatten; 1 davon war über und über voll Harz, aber dennoch lebend. Leider aber wurden durch einen unglücklichen Schnitt 2 Käfer getötet und der 3. anscheinend auch etwas verletzt. Denn bei der nächsten Nachschau am 7. September lag er tot im Sack.

Wenn dieser Versuch auch vorzeitig beendet wurde, so zeigt er doch klar, daß *Dendr. micans* sich richtig in die gesunde Fichte einzubohren und wohl auch zu behaupten vermochte. Die beiden Rindeneinschnitte waren dem Käfer anscheinend kein willkommener Angriffspunkt, da er sie völlig unbeachtet ließ.

Baum Nr. 11. Durchsägung sämtlicher Hauptwurzeln.

An einer Fichte — 34 Jahre alt, 11 m hoch, 11 cm Brustdurchmesser — wurden am 25. Juli 1931 sämtliche flachstreichenden Wurzeln durchgesägt und Zinkbleche in die Schnitte eingeschoben. Um ein Werfen des Baumes durch Wind zu verhindern, da er fast am Bestandsrande stand, wurde er durch einen 2 m hohen Pflock gesichert.

Leider konnte dieser sowie auch die beiden nächsten Versuche nicht in der vorgesehenen Weise durchgeführt werden, da durch die kühle und niederschlagsreiche Witterung, namentlich des August und September, nur mehr ungenügend Käfer aus dem an sich großen und reichhaltigen Lager anfielen, die nicht mehr für alle Versuchsbäume ausreichten. In einem benachbarten Altbestand war an einigen Fangbäumen zwar ein schwacher Anflug von *typographus* und *chalcographus* zu verzeichnen. Doch war hier eine Gewinnung von Borkenkäfern durch Nachschneiden der vereinzelt Bohrlöcher und -gänge sehr schwierig und ging selten ohne Verletzung der Käfer ab; das wenige auf diese Weise erlangte Material war u. a. noch für die vorausgegangenen Versuche verwendet worden. Soweit also Käfer zum Ansetzen nicht mehr zur Verfügung standen, blieb nur abzuwarten, ob der Zustand des Baumes nicht diese aus dem benachbarten Altbestand anzulocken vermochte; bei der wenig günstigen Witterung und dem nur schwachen Käferbefall waren die Aussichten dafür allerdings von vornherein ziemlich gering.

Am 31. Juli: 10 *typographus* beigegeben, in 1,2 m Höhe.

Alle größeren waagrechten Wurzeln der Fichte waren durchgesägt, nur mit einigen schwächeren, senkrecht verlaufenden hatte sie noch Verbindung mit dem Boden.

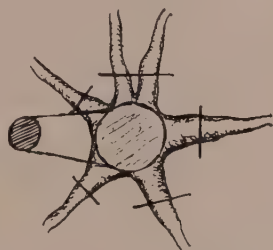


Abb. 15. Durchsägung sämtlicher Hauptwurzeln. Der schraffierte Kreis links stellt den Sicherungspflock dar, mit dem die Fichte verbunden ist.

Am 11. August: 4 tot, 4 lebend im Sack; 2 steckten etwa zu $\frac{1}{3}$, im Einbohren begriffen, in der Rinde. 3 schwach harzende Bohrversuche zu sehen. ($\frac{1}{4}$ Käfer wieder dazu.)

Am 27. August: 1 eingebohrt, aber tot, wenig Harz; 5 tot im Sack. 1 neuer leicht harzender Bohrversuch.

Eine Konzentrationsmessung lieferte kein eindeutiges Ergebnis, da grüne Rinde und Bast schon in Wasser leichte Spuren von Plasmolyse zeigten — wenn auch unregelmäßig verteilt —, die sich in einer Lösung von 0,05 Mol. KNO_3 deutlich verstärkte; im älteren Bast war die Erscheinung etwas schwächer.

Zum Neubesetzen stand frisches Käfermaterial nicht zur Verfügung. Anflug war nirgends festzustellen. Äußerlich machte der Baum einen noch frischen Eindruck.

Am 25. Oktober wurde der Baum durch frühzeitigen sehr starken Schneefall geworfen. Rinde ist noch grün und frisch, ebenso die Nadeln, wenn auch etwas matt aussehend. Der Harzdruck zeigt sich beim Anschneiden als ganz schwach. Anflug war nirgends am Stamm, auch nicht am Kronenansatz, festzustellen.

Wenn auch bei der ursprünglich beigegebenen geringen Anzahl von Käfern diesem Versuch keine besonders große Bedeutung zugemessen werden kann, so ist doch von Interesse, daß sich kein Käfer einzubohren vermochte, obwohl der plasmolytische Grenzwert nicht mehr als 0,05 Mol. KNO_3 in der grünen Rinde betragen haben kann.

Die nasse und kühle Witterung des August war für die Käfer sehr ungünstig gewesen.

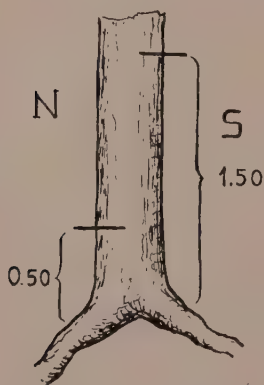


Abb. 16. Die Striche bedeuten die Einsägungen in verschiedener Höhe.

(Die beiden nächsten Versuche Nr. 12 und 13 konnten wegen Käfermangel nicht in der beabsichtigten Weise durchgeführt werden.)

Baum Nr. 12. Zweimalige Stammeinsägung.

Eine gleichartige Fichte wie bisher wurde am 25. Juli 31 zweimal (von N und S her) eingesägt, und zwar so, daß der untere Sägeschnitt in 0,5 m, der obere in 1,5 m Höhe über dem Boden lag. Die Tiefe der Einsägung, in die wieder Zinkbleche eingeschoben wurden, betrug je etwa $\frac{2}{5}$ des Stammdurchmessers.

Für diesen Versuch stand am 31. Juli wie auch während des ganzen August kein brauchbares Käfermaterial zur Verfügung, da der Anfall aus dem Käferlager, wie schon erwähnt, durch die ungünstige Witterung sehr stark zurückgegangen war. Die Käfer (*typographus*) waren nach ihrer Ausreifung z. T. aus den Brutstücken überhaupt nicht ausgeflogen, sondern hatten im gleichen Stück einfach weitergebohrt, oder — und dies wurde beim Nachschneiden häufig gefunden — sie waren gar nicht vollständig ausgereift und lagen als unentwickelte, blaßgelbe Käfer oder auch noch als Larven tot in den Gängen.

Eine Grenzwertbestimmung am 21. August, wobei das Rindenstück in der Mitte zwischen den beiden Schnitten und zwar direkt über der unteren Ein-

sägung, entnommen war, ergab als osmotischen Wert für die grüne Rinde 0,08 Mol. KNO_3 ; der Bast ließ sich nur schwer und teilweise abziehen, er zeigte schon in Wasser Anfänge von Plasmolyse, deren Bild sich erst veränderte (d. h. sie verstärkte sich), nachdem die Schnitte in KNO_3 -Lösungen von mehr als 0,10 Mol. gebracht waren; gleichwohl war die Erscheinung eine sehr ungleichmäßige.

Am 3. November: Anflug war nirgends am Baum festzustellen. Äußerlich sah die Fichte noch vollkommen frisch aus; beim Anschneiden ließ sich ein ziemlich kräftiger Harzdruck beobachten.)

Baum Nr. 13. Hauptwurzeln auf der N- und S-Seite durchgesägt.

An einer gleichartigen Fichte wie bisher wurden am 25. Juli die flachstreichenden Hauptwurzeln auf der N- und S-Seite durchgesägt und dazwischen wieder Zinkbleche eingeschoben. Die nach Ost und West verlaufenden Wurzeln blieben unverletzt. Gegen Windwurf wurde der Baum gesichert.

Das erforderliche Käfermaterial konnte auch für diesen Versuch leider nicht beschafft werden.

Am 21. August wurden 20 *hylastes cunicularius* in 1,2 m Höhe im Sacke beigegeben.

Am 27. August: 19 Käfer tot, 1 schwach lebend; keine Spur einer Einbohrung oder eines Versuches dazu. Die Fichte ist äußerlich vollkommen frisch.

Am 2. September: 10 *chalcographus* beigegeben.

Am 7. September: 7 tot, 1 lebend im Sack, 1 etwa zur Hälfte in der Rinde steckend, 1 in der Sackabschnürung zerquetscht. Außerdem ein leicht harzender Bohrversuch.

Am 25. Oktober wurde die Fichte durch vorzeitigen, sehr starken Schneefall umgedrückt. Aussehen noch durchaus frisch; Anflug war nirgends festzustellen. Beim Anschneiden zeigte sich der Harzdruck als recht kräftig.

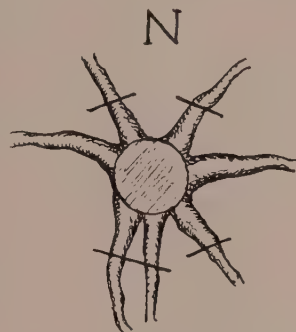


Abb. 17. Durchsägung der Hauptwurzeln auf der N- und S-Seite. Die Striche bedeuten die Durchsägungsstellen.

Soweit dieser Versuch überhaupt in Betracht gezogen werden kann, zeigt er, daß die wenigen Käfer — *chalcographus* und *hylastes cunicularius* — sich nicht einbohren konnten; letzterer gilt ja als besonders sekundär, wurde aber in Ermangelung anderer Borkenkäfer nach seinem Eintreffen dennoch angesetzt. Man hatte aber den Eindruck, daß er (*hylastes*) gar nicht erst den Versuch einer Einbohrung gewagt hatte und da man den Käfer sonst in ziemlich altem, trockenem Holze antrifft, darf man mit Sicherheit annehmen, daß ihm der Zustand der Fichte noch viel zu frisch und saftig war. Die Witterung war für die Käfer durchaus ungünstig.

Beobachtung eines Fangbaumes im benachbarten Altbestand.

Wie bereits früher erwähnt, waren in Grafrath in einem benachbarten, ca. 100jährigen Fichten-Altbestande einige Fangbäume geworfen worden, die etwa 2—3 Wochen nach dem Fällen von *typographus* und *chalcographus* befliegen wurden, wenn auch nur in

schwächerem Maße. Hier war es nun interessant festzustellen, welche Stammpartien der Käfer zuerst annahm und weiterhin zum Einbohren benützte.

Am Anfang war immer der mittlere Teil des Stammes unterhalb des ehemaligen Kronenansatzes befliegen und dann die obere und hernach (am schwächsten) die untere Partie. Und zwar erfolgten die Einbohrungen nicht auf der von der Sonne beschienenen Seite, sondern immer am oberen Rand der Schattenseite.

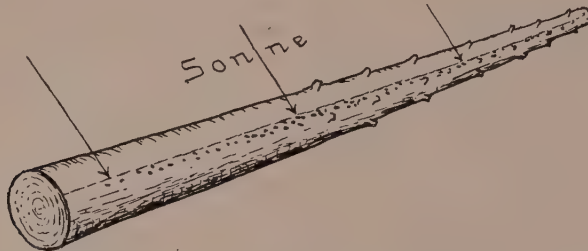


Abb. 18. Befall eines liegenden Fangbaumes durch *typographus*.

Hier schien also dem *typographus* (*chalcographus* war nur vereinzelt und direkt zwischen *typographus* verstreut) der zusagende Grad von Wärme und Feuchtigkeit gegeben zu sein. In diesem Streifen verliefen alle Einbohrungen, auch die Muttergänge gingen in waagrechtem Verlauf kaum darüber hinaus. Außerhalb dieser Zone waren keine Bohrlöcher zu finden.

Übersicht der Versuchsergebnisse am stehenden Baum.

I. *Dendroctonus micans*:

Die Versuche haben gezeigt, daß nach ihrem Ergebnis dieser Käfer als zweifellos primär schädlich angesehen werden muß, denn er ist in der Lage, sich ohne Schwierigkeit in völlig gesunde und normale Bäume von vollem Saftdruck einzubohren und sich darin auch zu behaupten und fortzupflanzen. In den Versuchsstämmen Nr. 6, 7, 10 vom Sommer 1931 kam es nach ca. 3 Monaten zur Eiablage und Entwicklung junger Brut, die jedesmal nur durch das zur Kontrolle erfolgte Nachschneiden vernichtet wurde; in dem nicht angeschnittenen Baum Nr. 7 lebt der Käfer im November 1932 noch und breitet sich darin weiter aus. Eine photographische Aufnahme der Fichte mit den äußerlich sichtbaren Fraßerscheinungen, nachdem sich der Käfer etwas über 3 Monate eingebohrt hatte, erfolgte am 7. September 1931. (Siehe Abb. 12.) Wenn auch mitunter der eine oder andere Käfer im Harze stecken blieb, so schien er sich im allgemeinen durch dasselbe gar nicht behindert zu fühlen.

Am Baum absichtlich angebrachte kleinere Verwundungen und Partien um tote Äste wurden bei den Versuchen vom Käfer nicht

beachtet und ebensowenig beim Einbohren bevorzugt; auch daraus kann man schließen, daß ihm der gesunde Baum keine größeren Schwierigkeiten bietet.

Wenn auch wir nach unseren Beobachtungen für die primäre Schädlichkeit des *micans* eintreten müssen, so ist doch das allgemeine Urteil in der Literatur über ihn durchaus nicht so einheitlich, zum Teil auseinandergehend. Während die einen Beobachter ihn nur als sekundären Schädling kennen, der nur wurzelbeschädigte und pilzkrankte Fichten angeht, sprechen ihm die andern wieder unbedingt primäre Eigenschaft zu.

Nach den Berichten in der Literatur bevorzugt nämlich *Dendroctonus micans* häufig bei seinem Befall Bäume mit Wundstellen, Überwallungen und dergleichen, er braucht sie aber keinesfalls zu seiner Entwicklung und ist nicht auf sie angewiesen. Darum geht er ebenso oft auch völlig gesunde und halbwüchsige Fichten ohne Schwierigkeit an, wie es gerade unsere Versuche gezeigt haben; Harzausfluß, Wassergehalt und Saftdruck der Rinde sind für den Käfer kein Hindernis, wohl auch wegen seiner kräftigen, aufstehenden Behaarung. Auch die Brut entwickelt sich ungestört und normal in gesunden, vollsaftigen Bäumen; wahrscheinlich ist dabei auch das breite Eilager und der platzartige Fraß der Larven von Einfluß. Aber das Primäre ist jedenfalls die Widerstandsfähigkeit des Käfers gegenüber dem gesunden Baum.

Die starke Abhängigkeit des Käfers von der jeweiligen Temperatur, wie sie im Sommer 1930 festzustellen war und wobei schon ein wenig starker Temperaturrückgang den Käfer ganz erstarren ließ, konnte heuer (Sommer 1931) nicht beobachtet werden; die Witterung war auf sein Verhalten im allgemeinen ohne auffallenden Einfluß.

II. *Ips typographus*.

Mit ihm als dem wichtigsten und meist verbreiteten Nadelholz-Borkenkäfer wurden die meisten Versuche angestellt, die im Sommer 1931 ein anderes, von dem vorjährigen stark abweichendes Bild ergaben.

Versuchsanstellung 1931:

Niederster plasmol. Grenzwert

Baum	grüne Rinde	Bast	Einbohrungen (vollendete)
1	0,08 Mol. KNO_3	0,09/11	keine, 3 kleine Bohrlöcher voll Harz
2	0,08/09	0,03/04	keine, 5 kl. Bohrl. (2—3 mm tief)
3	0,01/02 unt. Ring	0,01/02	keine, einige 3—4 mm tiefe Bohrl.
	0,10 oberer Ring	0,10	keine,
4	unt. 0,025	unt. 0,025	keine, 6 etwa 3—4 mm tiefe Bohrvers.
5	0,08/09	(0,05)	keine, 8—10 kleine Bohrversuche, und 1 kl. (etwa 1 cm lang) Bohrgang

Baum	grüne Rinde	Bast	Einbohrungen (vollendete)
8	0,03/04 oberh. Rg. 0,05 mitte	0,07 (0,11/12)	keine, 2 Einbohrungen, 1 u. 5 cm lang, etwas Brut
	0,07/08 unterh.	0,06 jg. 0,02	3 Bohrgänge, 1—3 cm lang
9	0,09	0,09 jg. 0,04/6	keine, 4 Versuche von 4—7 mm,
11 unt.	0,05	unt. 0,05	keine Einbohrung.

Versuchsanstellung 1930:

5.	0,07	0,06 beim Ansetzen der Käfer	16	eingebohrt
6.	0,08	0,07 „ „ „ „	10	„

Bei den hier (1930) erfolgten Einbohrungen wurde zuerst ziemlich viel Bohrmehl ausgeworfen, sodaß mit einem günstigen Befinden der Käfer zu rechnen war. Doch zeigte sich beim Nachschneiden nach etwa 4—6 Wochen, daß sich die Käfer nicht hatten behaupten können; sie waren alle tot, größtenteils in Harz eingeschlossen, Brut war nicht vorhanden.

Von den 8 Versuchen 1931 war also bei keinem eine eigentliche Einbohrung erfolgt, bei der sich die Käfer im Baum hätten behaupten und zur Entwicklung einer neuen Generation gelangen können; in nur 3 Fällen (Versuch 5, 8 in der Mitte und unterhalb der beiden Ringelungen) hatten kleinere Einbohrungen stattgefunden (Gänge von 1 bis 5 cm Länge) und nur in einem davon war es zur Ausbildung sehr schwacher Brut gekommen, die durch Nachschneiden allerdings vernichtet wurde.

Da hierbei viele Abstufungen des plasmolytischen Grenzwertes gemessen wurden, von ziemlich hohen (Vers. 8) bis zu ganz minimalen (Vers. 4) Werten, hätte man annehmen müssen, daß sich dabei einmal ein Druck ergeben würde, der für den Käfer die günstigste Disposition darstellt, wie er in der Natur den Baum am liebsten anzugehen pflegt und wobei er sich ohne jede Schwierigkeit einbohren könnte. Aber dies war — von den unvollständigen Einbohrungen abgesehen — nicht der Fall. Zunächst ist durch diese Feststellung erwiesen, daß von sich aus *typographus* nicht primär schädlich ist; er konnte nicht einmal beschädigte Stämme angehen.

In der Literatur gilt er überwiegend als sekundärer Schädling. Wenn er dennoch als wichtigster und gefährlichster Borkenkäfer erachtet wird, so hat dies seinen Grund darin, daß er am weitesten verbreitet ist und am meisten zur Massenvermehrung neigt. Wenn ein Primärbefall von *Ips typographus* beobachtet wurde, so geschah dies fast immer im Zusammenhang mit einer ungeheuren Vermehrung des Käfers, wo er dann zu Tausenden die Stämme befiel. Da solche Kalamitäten beinahe immer die Folge von Stürmen und Orkanen sind, so ist es sehr wohl möglich, daß auch diese, oft völlig gesund erscheinenden Stämme nicht ganz heil daraus hervorgegangen waren. Äußerlich noch nicht erkennbare Wurzelzerreißen, Lockerungen und dergleichen können nach längerer

Zeit den Baum in einen für den Käfer fühlbaren Dispositionszustand gebracht haben, sodaß es sich eigentlich nicht mehr um einen in völlig normalem Zustand befindlichen Stamm handelt.

Bei unseren Versuchen bohrte sich *typographus* in der Mehrzahl der Fälle, und soweit es sich um verletzte Fichten handelte, dabei sogar über das Verhalten eines sekundären Käfers hinausgehend, nicht ein, trotzdem er zahlreiche Bohrversuche unternommen hatte; es war demnach die für ihn optimale Disposition noch nicht gegeben, obwohl dabei Abstufungen im osmotischen Wert von 0,03—0,12 Mol. KNO_3 gemessen wurden. Und hatte er sich wirklich eingebohrt, so war es ihm nicht möglich gewesen, sich in der Rinde zu behaupten. Das Parenchym des Bastes im unteren Baumteil war meist ziemlich wasserreich, wie sich beim Schneiden und Ablösen der Rindenstücke vom Stamm zeigte. Gerade der immer noch wasserreiche jüngere Bast der Versuchsbäume scheint neben dem Harzausfluß mit ein Hauptgrund zu sein, der den Käfer von der Anlage seiner Bohrgänge abhielt oder ihn wieder vertrieb; denn die zahlreichen, 3—5 mm tiefen Bohrversuche durchdringen die Borke, die grüne Rinde und meist die älteste Bastschicht, in der jüngsten Bastschicht hören sie auf.

Ein ungünstiger Versuchs-Umstand war für den Käfer, der am liebsten 80—100 jährige Fichten zunächst unterhalb des Kronenansatzes befällt, daß unsere verhältnismäßig jungen Stangenhölzer nicht ganz das entsprechende Baummaterial für ihn waren. Diese mußten wir aber gebrauchen, da sich an alten Bäumen in 10—15 m Höhe die Versuche praktisch nicht gut durchführen ließen und außerdem das Auffinden und die Kontrolle der Käfer sowie der Bohrlöcher in einer alten und rissigen Borke sehr schwierig wäre.

Als weiterer und wichtiger Faktor der hemmenden Momente ist die ungünstige Witterung des Sommers 1930 und namentlich des heurigen Sommers zu nennen. Man sprach allgemein von einem nassen und kühlen Sommer 1931. Die in Grafrath gemachten Aufzeichnungen zeigten jedoch bei einem Vergleich mit den für München (nach Hann) geltenden Mittelwerten, die auch für das nahe Grafrath entsprechen dürften, daß die absolute Höhe der Niederschlagsmenge in den Vegetationsmonaten (Mai mit August 1931) mit 468 mm fast genau dem Mittel von 464 mm entspricht.

	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Sa.
Niederschlagsmenge:						
Gemessen mm . .	71,4	95,8	126,3	174,4	(102,6)	= 467,9
Mittelwert mm. . .	100	123	123	118	—	= 464
Temperatur °C . . .	14,3	15,7	15,2	14,2	9,5	
Mittelwert. . . .	12,0	15,6	17,2	16,5	12,2	

Nicht die Regenmenge war also größer, sondern ihre Verteilung ließ sie als so groß empfinden. Die Niederschläge verteilten sich in Form kleineren Regen mit nur kurz tägiger Unterbrechung über den ganzen Sommer; nur im August lag die Niederschlagsmenge fast um die Hälfte über dem Mittel.

Damit verbunden war die anfangs über dem Mittelwerte stehende, im Juni etwa dem Mittelwerte gleiche, im Juli, August und September aber erheblich unter dem Mittel liegende Temperatur. Vor allem auch wurden in jedem Monat eine Reihe außerordentlich niedriger Temperaturen gemessen (z. B. Juni 6,5°, Juli 8°, August 5,5°, September 2,5°C).

Kühle, niederschlagsreiche Witterung mit großer Luftfeuchtigkeit bedeutet aber für das Leben und die Entwicklung der Borkenkäfer eine schwere Beeinträchtigung.

III. *Polygraphus poligraphus*.

Den wenigen Versuchen, die mit diesem Käfer im Sommer 1931 gemacht wurden, kommt nur ein ergänzender Charakter zu.

In Betracht kommt nur Versuch 4, bei dem von 40 Käfern nach 22 Tagen 30 tot im Sacke lagen, während 10 bei ihren Einbohrversuchen, die nicht tiefergehend waren und kaum bis zum Jungbast reichten, stecken geblieben und hauptsächlich im Harz erstickt waren.

Es kann kein Zweifel bestehen, daß dem Käfer zu dieser Zeit (2. bis 25. Juli) der vorhandene Harz- und Saftdruck, einem osmotischen Werte von 0,08/10 Mol. KNO_3 entsprechend, zu groß war und ihm unüberwindbare Schwierigkeiten bot.

Auch bei der großen Zahl der Versuche, die mit diesem Käfer in den Sommern 1929 und 1930 angestellt worden waren, konnte sich *polygraphus* in stehende, gesunde Bäume in keiner Weise einbohren.

IV. *Pityogenes chalcographus*.

Der Käfer wurde in den Versuchen (1931) 1, 2, 3, 4, 5, 8 und 13 an stehende Fichten mitangesetzt, doch bohrte er sich in keinem Falle ein; die beiden, bei Versuch 8 erfolgten geringfügigen Bohrungen können kaum als solche gerechnet werden. Nach diesem Verhalten kann man ihn nur als sekundären Schädling bezeichnen.

Es hatte zwar häufig den Anschein, als wäre dieser kleine Käfer seinem großen Genossen *Ips typographus* an Zähigkeit und Widerstandskraft überlegen, aber er verhielt sich bei den Versuchen genau wie dieser. Doch auffallend gering scheinen die Verluste, die er durch Harz erleidet; man hat den Eindruck, als vermeide er mit besonderem Gefühl und Geschick die Harzkanäle in der Rinde.

Chalcographus ist auch deswegen weniger gefährlich, weil eine Massenvermehrung bei ihm nicht häufig ist. Außerdem — und das ist

vielleicht die Ursache seines seltenen Massenauftretens — ist seine Entwicklungsdauer und Generation in besonderem Maße von den Temperaturverhältnissen beeinflusst, wie es auch die Versuche zeigten.

Da er auch jüngere Bäume und Stangenhölzer gerne angeht, dürften die Versuchsbäume für ihn das geeignete Material gewesen sein.

Jedenfalls aber muß gesagt werden, daß die Größe des Käfers allein durchaus kein Anhaltspunkt dafür ist, ob er primär oder nur sekundär schädlich sein kann.

C. Zusammenfassung der Versuchs-Ergebnisse.

Dendroctonus micans bohrte sich bei den Versuchen ohne Schwierigkeit in völlig normale und gesunde Fichten ein und entwickelte darin junge Brut. Harz bedeutete für ihn kein wesentliches Hindernis. Er muß demnach als primärer Käfer im eigentlichen Sinne des Wortes betrachtet werden, da für seinen Befall eine besondere Disposition des Baumes nicht notwendig ist.

Ips typographus konnte sich bei den Versuchen im Sommer 1930, der ebenso wie 1931 als feucht und kühl zu bezeichnen war, zu einem großen Teil in gesunde Fichten unter mäßigen Verlusten durch Harz einbohren; nach 4—6 Wochen aber waren die eingebohrten Käfer umgekommen, ohne daß es zur Eiablage und Entwicklung von Brut gekommen wäre. Im Sommer 1931 dagegen war es dem Käfer nicht gelungen sich in Fichten, die 2 Monate zuvor zum Teil erhebliche Stamm- und Wurzelverletzungen erhalten hatten, in nennenswerter Weise einwandfrei einzubohren, obwohl er viele Versuche dazu unternommen hatte. Die Fichten zeigten während dieser Zeit osmotische Werte von 0,02—0,09 Mol. KNO_3 .

In frisch-paraffinierte und in nicht-paraffinierte Prügel bohrte sich der Käfer jedoch nach 2—4 Tagen ein und konnte sich darin auch behaupten; bei der Einbohrung war ein Teil der Käfer dem Harz zum Opfer gefallen. Die Prügel besaßen zur Zeit der Einbohrung in der grünen Rinde osmotische Werte von 0,06—0,12 Mol. KNO_3 .

Demnach setzt ein gesunder, stehender Baum dem *Typographus* solche Schwierigkeiten entgegen, daß er sie nicht oder nur in vereinzelt Fällen und hier mit größten Opfern überwinden kann. Von sich aus wird darum der Käfer einen normalen Baum nicht angehen; er verlangt einen bestimmten, wenn auch nicht besonders weitgehenden Dispositionsgrad und ist darum als sekundärer Schädling zu bezeichnen. Dieser Dispositionsgrad mag in den oberen Baumpartien und bei flachwurzeln den Holzarten auf wenig feuchtem Boden schon durch eine starke, länger dauernde Trocknis erreicht werden, für die unteren Stammpartien sind stärkere Beeinträchtigungen erforderlich.

Zahlenmäßig, in Mol einer bestimmten Lösung ausgedrückt, konnte der für *typographus* geeignete Dispositionsgrad nicht ermittelt werden, da die gemessenen Konzentrationswerte weit auseinanderliegen: außerdem bohrte sich der Käfer in Prügel bei einem osmotischen Wert ein, bei dem er sich in stehende Bäume nicht einzubohren vermochte.

Polygraphus poligraphus konnte sich in stehende Fichten, die 3 Monate vor dem Ansetzen des Käfers eingesägt und an den Wurzeln verletzt worden waren, nicht einbohren; wenn es ihm wirklich gelungen war, etwas in die Rinde einzudringen, wurde er vom Harz getötet. Noch viel weniger vermochte er sich in gesunde Fichten einzubohren.

In frisch-paraffinierte und nicht-paraffinierte Prügel bohrte er sich dagegen nach 2—4 Tagen ein, wobei, allerdings nach längerem Eingebohrtsein, die Käfer zum großen Teil durch Harz umkamen. Am nicht-paraffinierten Stück wurden die offenen Enden von ihm stark bevorzugt; diese Prügel ging er auch lieber an.

Er ist demnach in noch größerem Maße wie *Typographus* als sekundär zu bezeichnen. Die zahlenmäßige Ermittlung des erforderlichen Dispositionsgrades war aus dem gleichen Grunde wie vor unmöglich.

Pityogenes chalcographus konnte sich bei unseren Versuchen weder in die 3 Monate zuvor rinden-geringelten, stamm- und wurzel-verletzten Fichten, noch in gesunde Bäume einbohren, während er sich in paraffinierte und nicht-paraffinierte Prügel nach 5—7 Tagen einzubohren und darin auch zu behaupten vermochte. In beiden Fällen waren seine Verluste durch Harz auffallend gering.

Ähnlich den beiden vorigen Käfern ist auch er als sekundär, aber in noch weitgehendem Maße, zu bezeichnen. Zahlenmäßige Ermittlung des geeigneten Dispositionsgrades war aus dem gleichen Grunde wie bei *Typographus* nicht möglich.

Allgemeines.

Um die Bäume für eine der 3 letztgenannten Käferarten in einen geeigneten Dispositionszustand zu bringen, ist je nach der Verwundungsart, die die Stämme erhalten, und nach der jeweiligen Witterung eine verschieden lange Einwirkungsdauer notwendig. Am wirksamsten haben sich kreisförmige Stammeinsägungen bis in den Splint und doppelte Rindenringelungen erwiesen; aber auch sie erfordern in einem mäßig warmen Sommer eine dreimonatige Einwirkungszeit. Halbseitige Stammeinsägung und Durchsägung von 1—2 Hauptwurzeln wirken sich bei normaler Witterung erst nach mehr als dreimonatiger Dauer soweit aus, daß sie für einen Befall durch die obengenannten Käfer (außer *micans*) geeignet sind.

Einen wesentlichen Umstand bildet bei dem Befall durch Borkenkäfer die Witterung. Große Borkenkäferkalamitäten sind auch meist

mit trockenem Wetter verbunden. Diese begünstigt die Massenvermehrung der Käfer einerseits und bewirkt andererseits bei flachwurzelnden Holzarten und namentlich auf trockeneren Standorten eine Erschlaffung der Bäume. Von Einfluß ist in diesem Falle auch, daß die Käfer zur Schwärmzeit (zur Zeit ihrer größten Aktivität) an die Bäume gelangen, ein Umstand, der bei unseren Versuchen nicht immer erreicht werden konnte.

Im Interesse unserer Untersuchungen war es unerwünscht, daß während der Sommermonate der letzten Jahre keine ausgesprochene Trockenheit eintrat. Das Wetter war im Gegenteil kühl und feucht und solche Witterungsverhältnisse wirken auf das Schwärmen der Käfer und ihre gesamte Lebenstätigkeit außerordentlich hemmend.

Solche Versuche müßten sich über mehrere Jahre erstrecken, sodaß man auch Trockenjahre dabei hätte.

Inhalt.

Bericht über die Borkenkäferversuche 1929 mit 1931.

	Seite
A. Allgemeines	281
Vorbemerkungen über die angewendeten Methoden.	282
a) Methodik zur Bestimmung der osmotischen Konzentration	282
b) Methodik der Käferversuche	285
1. am abgeschnittenen Baumstück	285
2. am stehenden Baum	287
B. Versuche. 1. Versuche im Sommer 1929 von K. Rippel	288
I. Vergleichende osmotische Messungen an normalen und an beschädigten Fichten	288
1. Osmotische Messungen an normalen Fichten	288
2. „ „ „ geringelten „	288
II. Beziehungen des osmotischen Wertes zum Käferbefall.	289
1. Nach der Sackmethode am Rundling	289
2. An stehenden Fichten im Bestande	292
a) an gesunden, unverletzten Fichten	292
b) „ geringelten Fichten	293
c) „ eingesägten Fichten.	294
Fortsetzung der Untersuchungen durch Forstassessor H. Habesreiter	
2. Versuche im Sommer 1930	295
I. Vergleichende osmotische Messungen an normalen und an beschädigten Fichten	295
1. Osmotische Messungen an normalen stehenden Fichten	296
2. „ „ „ geringelten „	297
3. „ „ „ am abgeschnitt. Baumstück (Rundling)	298
II. Beziehungen des osmotischen Wertes zum Käferbefall	309
1. An Fl.-Rundlingen (Sackmethode) unmittelbar nach der Fällung	309
2. An stehenden gesunden Fichten im Bestande	325
3. Versuche im Sommer 1931 an gesunden und verletzten Fichten	328
C. Zusammenfassung der Versuchsergebnisse	355

Über die Bedeutung der biologischen Bekämpfungsmethoden für den praktischen Pflanzenschutz.

Von Professor Dr. Gustav Köck.

Die biologischen Bekämpfungsmethoden stellen den jüngsten Zweig des praktischen Pflanzenschutzes dar. Letzten Endes fußen sie darauf, von der Natur gegebene Fingerzeige entsprechend im Sinne des praktischen Pflanzenschutzes auszuwerten. So hat uns die Erfahrung gelehrt, daß die einzelnen Sorten einer Kulturpflanze gegenüber bestimmten Krankheiten oder bestimmten tierischen Schädlingen sich oft sehr verschieden verhalten, daß also einzelne Sorten eine große Anfälligkeit gegen eine bestimmte Krankheit oder einen bestimmten Schädling zeigen, während andere Sorten derselben Kulturpflanze sich gegen dieselbe Krankheit oder denselben Schädling sehr widerstandsfähig erwiesen, und zwar kann diese Widerstandsfähigkeit entweder darin bestehen, daß eine Infektion bzw. ein Befall bei diesen Sorten überhaupt nicht zustandekommt oder aber auch darin, daß die betreffende Sorte der Weiterentwicklung eines eingedrungenen Schmarotzerpilzes keinen so geeigneten Nährboden abgibt und, sei es durch anatomische oder physiologische Faktoren, der eingedrungene Fremdorganismus derart gehemmt wird, daß es zu keiner stärkeren Schädigung der Wirtspflanze kommt. Es ergibt sich daher in vielen Fällen die Möglichkeit, in gewissen Gegenden, in denen erfahrungsgemäß mit dem Auftreten einer bestimmten Krankheit oder eines bestimmten Schädlings zu rechnen ist, eben solche Sorten zum Anbau bzw. zur Anpflanzung zu bringen, die nach den gemachten Erfahrungen sich als besonders widerstandsfähig gegen diese Krankheit oder diesen Schädling erwiesen haben. Der Wert einer solchen pflanzenschutzlichen Maßnahme erfährt allerdings dadurch eine gewisse Einschränkung, daß dieses verschiedene Verhalten einzelner Sorten zumindest nicht in allen Fällen eine Sorteneigenschaft an sich ist, sondern in hohem Grade von den jeweiligen Standortverhältnissen abhängig erscheint, sodaß eine Sorte an einem bestimmten Standort gegen eine gewisse Krankheit oder einen gewissen Schädling ziemlich widerstandsfähig, an einem anderen Standort aber die gleiche Sorte gegen denselben Schädling bzw. dieselbe Krankheit wieder sich als ziemlich anfällig erweisen kann. Vielfach bestehen diesbezüglich auch nicht unwesentliche individuelle Verschiedenheiten. Immerhin aber zeigt die Erfahrung, daß es Sorten gibt, die unter den verschiedensten Verhältnissen und an den verschiedensten Standorten entweder besonders anfällig oder besonders widerstandsfähig gegen eine bestimmte Krankheit oder einen bestimmten Schädling sich verhalten, sodaß in vielen Belangen die Auswahl einer gegen einen bestimmten Schädling

oder eine bestimmte Krankheit widerstandsfähigen Sorte einer Kulturpflanze als wertvolle und praktisch verwertbare pflanzenschutzliche Maßregel in Betracht gezogen werden kann. Während in den meisten Fällen es sich diesbezüglich nur um graduelle Unterschiede handelt, kennen wir auch einzelne Fälle einer vollständigen Immunität, wie dies beispielsweise beim Kartoffelkrebs und beim nordamerikanischen Stachelbeermehltau der Fall ist. Soweit es sich um durch Schmarotzerpilze verursachte Krankheiten handelt, erscheint es zweckmäßig, streng zu unterscheiden zwischen „Infektionsresistenz“ und „Ausbreitungsresistenz“. Als infektionsresistent werden wir eine Sorte bezeichnen, wenn diese Sorte aus irgendwelchen Gründen sich durch den betreffenden Parasiten nicht infizieren läßt, als ausbreitungsresistent dann, wenn die Sorte zwar durch den betreffenden Parasiten infiziert wird, der eingedrungene Fremdorganismus aber in der Pflanze auch wieder aus irgendwelchen Gründen nicht die für seine weitere Ausbreitung günstigen Bedingungen vorfindet und daher auch eine geringere Schädigung durch den eingedrungenen Schmarotzer resultiert. In analoger Weise können wir bei tierischen Schädlingen unterscheiden zwischen Befallsresistenz und Schädigungsresistenz. Als befallsresistent werden wir eine Sorte bezeichnen können, wenn sie aus irgendwelchen Gründen von einem bestimmten Schädling überhaupt nicht angegangen wird, als schädigungsresistent, wenn sie nur unter besonderen Verhältnissen (Übervermehrung des Schädlings usw.) befallen wird oder durch eine besonders große Reproduktionskraft ausgezeichnet ist und dadurch weniger geschädigt werden kann als eine weniger reproduktionskräftige Sorte. Das weitere Streben in dieser Richtung geht heute schon dahin, diese verschiedene Widerstandsfähigkeit der einzelnen Kultursorten nicht nur auf rein empirischem Wege für Zwecke des praktischen Pflanzenschutzes zu verwerten, sondern planmäßig Sorten zu züchten, die gegen einen bestimmten Schädling oder einen bestimmten Schmarotzerpilz sich durch größere Widerstandsfähigkeit auszeichnen (Immunitätszüchtung). Voraussetzung hierfür ist allerdings, daß wir in den einzelnen Fällen wissen, worauf die größere Anfälligkeit bzw. die größere Widerstandsfähigkeit einer bestimmten Sorte gegenüber dem zu bekämpfenden parasitischen Pilz oder tierischen Schädling eigentlich beruht und inwieweit es sich diesbezüglich um ein dominantes oder rezessives Merkmal handelt. Als zweifellos kann wohl heute bereits angenommen werden, daß Wildformen im allgemeinen sich widerstandsfähiger gegen pilzliche Krankheitserreger erweisen als Kulturformen, da diese Wildformen gewöhnlich von Natur aus zwecks Stärkung im Kampf ums Dasein mit irgendwelchen Selbstschutzeinrichtungen ausgestattet sind, die durch die künstliche Kultur vielfach als für den Verwendungszweck wertlos oder sogar diesem hinderlich nicht weiter entwickelt, häufig sogar ge-

flüssentlich unterdrückt wurden. Aufgabe der modernen Züchtung muß es unbedingt werden, die den Selbstschutz der Pflanze gegen bestimmte Krankheitserreger bedingenden Eigenschaften der Pflanze als beachtenswertes Zuchtmoment mit ins Kalkül zu ziehen. Diesbezüglich erscheint ein enges Zusammenarbeiten des Züchters mit dem Phytopathologen unbedingt geboten. Daß aber auf diesem Wege, an dessen Anfang wir erst stehen, zweifellos große Erfolge für den praktischen Pflanzenschutz zu erwarten sind, zeigen uns deutlich die bereits bei der Züchtung krebsfester und phytophthorafester Kartoffelsorten, bei der Züchtung rostfester Getreidesorten usw. erreichten Erfolge. Ich erachte es in diesen Belangen als wichtigste und dankbarste Aufgabe der phytopathologischen Forschungsarbeit im Einzelfalle klarzustellen, welche morphologischen, anatomischen oder chemischen Eigenschaften eine erhöhte Widerstandsfähigkeit gegen einen bestimmten Schmarotzerpilz bedingen.

Während die Berücksichtigung der verschiedenen Widerstandsfähigkeit einzelner Sorten bzw. die Immunitätszüchtung in erster Linie Erfolge bei der Bekämpfung pilzparasitärer Krankheiten verspricht, richtet sich die zweite Gruppe der biologischen Bekämpfungsmöglichkeiten, die Indienststellung der natürlichen Feinde der Pflanzenschädlinge für Zwecke des praktischen Pflanzenschutzes in erster Linie gegen die verschiedenen tierischen Pflanzenschädlinge. Ebenso wie alle anderen Organismen haben auch die als Schädlinge unserer Kulturpflanzen in Betracht kommenden Organismen wieder ihre natürlichen Feinde. Es war ein naheliegender Gedanke durch eine künstliche Übervermehrung dieser natürlichen Feinde gegen die Kulturpflanzenschädlinge anzukämpfen, eine Methode, die in Amerika in vielen Fällen bereits mit Erfolg zur Anwendung kommt und auch in Europa in den letzten Jahren eine größere Beachtung findet. Allzuhoch dürfen allerdings diesbezüglich die Hoffnungen nicht gespannt werden, denn das als ehernes Naturgesetz geltende Gleichgewicht im Haushalt der Natur läßt sich nicht willkürlich, sondern nur innerhalb gewisser Grenzen durch Eingriffe des Menschen verschieben. Immerhin sind aber auch damit pflanzenschutzliche Erfolge zu erzielen. Die Erfolge bei der Bekämpfung der Feldmäuse mit dem Löfflerischen Mäusetypusbazillus, der Öfliege mit ihrem Parasiten *Prospaltella Berlesi*, der Blutlaus mit *Aphelinus mali*, die unleugbar günstigen Wirkungen eines sachgemäßen Vogelschutzes für die Bekämpfung zahlreicher Schadinsekten geben uns deutliche Beweise hierfür. Auch auf diesem Gebiete eröffnet sich dem Pflanzenschutzentomologen noch ein weites Feld aussichtsreicher Betätigung.

In letzter Zeit sind manche Stimmen aus den Kreisen maßgebender Pflanzenschutzfachleute laut geworden, die den Wert der biologischen Bekämpfungsmethoden stark bezweifeln. Vielfach hat hiezu der Um-

stand beigetragen, daß bei einer Reihe parasitischer Pilze die Aufdeckung des Vorhandenseins einer mehr weniger großen Zahl von Biotypen gelungen ist, wodurch zweifellos der Wert der Immunitätszüchtung eingeschränkt wird, oder, vielleicht besser gesagt, eine solche wesentlich erschwert erscheint. Trotzdem aber möchte ich diesen skeptischen Stimmen nicht voll beistimmen. Alle auf diesem Gebiete auftauchenden Schwierigkeiten — und es sind deren gewiß nicht wenige und geringe — können nur den enttäuschen und mutlos machen, der den praktischen Pflanzenschutz der Zukunft einzig und allein auf die biologischen Bekämpfungsmethoden eingestellt gesehen hat. Dieser Hoffnung, so schön ihre Erfüllung auch wäre, dürfen wir uns allerdings kaum hingeben. Wir werden auch in Hinkunft im praktischen Pflanzenschutz der kulturellen, mechanischen und chemischen Bekämpfungsmethoden nicht entbehren können, es werden aber neben diesen auch die biologischen Bekämpfungsmethoden in weit größerem Umfange als jetzt zur Anwendung kommen. Der Phytopathologe aber, der Immunitätsstudien betreibt, wird — sollen seinen Arbeiten Erfolge beschieden sein — über gründliche Kenntnisse auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie und der Biochemie verfügen müssen.

Aus der Hauptstelle für Pflanzenschutz an der Landwirtschaftlichen
Versuchsstation Rostock.

Auffallende Frassbilder der Apfelmotte *Argyresthia conjugella* Zell.

Von W. Finkenbrink.

Mit 6 Abbildungen.

Im November 1932 wurden der Hauptstelle für Pflanzenschutz in Rostock mehrere Fälle von Schäden durch die Apfelmotte in Mecklenburg bekannt. In einem dieser Fälle, wo es sich um Boikenapfel handelte, war etwa jeder zweite Apfel des Baumes, wie nach der Ernte festgestellt wurde, von den Fraßgängen des Schädling durchzogen. In einem andern Falle erwiesen sich auf dem Lager einzelne Äpfel folgender Sorten als beschädigt: Deans Codlin, Große Kasseler Renette, Danziger Kantapfel, Weißer Pigeon, Schöner von Boskoop.

Bekanntlich bohren sich die Raupen der Apfelmotte, eines der weniger häufigen Schadinsekten, von der Seite in die Äpfel ein, fressen hier erst unter der Schale und durchwandern dann in schmalen, gewundenen Gängen das Fruchtfleisch (Abb. 1). Das kleine Einbohrloch befindet sich inmitten eines zuletzt bräunlichen, eingesunkenen Fleckes.

An diesen Symptomen ist der Befall durch Apfelmotte zu erkennen. Die Räupchen leben zu mehreren in einer Frucht. Die Verpuppung und Überwinterung findet meist außerhalb der Frucht in Gespinsten statt, gewöhnlich an oder in der Erde.

Außer solchen normalen Fraßbildern wurden nun an einigen Äpfeln des oben genannten zweiten Falles bei allen Sorten gewisse abweichende Erscheinungen beobachtet, die zunächst nicht der Apfelmotte zugeschrieben wurden. Nachdem diese jedoch mit Sicherheit der Täterschaft überführt werden konnte, dürfte sich eine Beschreibung der abnormen Fraßspuren empfehlen, damit in ähnlichen Fällen eine Diagnose erleichtert wird¹⁾.

Es handelt sich um mehr oder weniger flache, offene Höhlungen an der Oberfläche der Äpfel, wie sie z. B. auf Abb. 2 zu sehen sind. Die Öffnungen sind annähernd kreisrund bis schwach elliptisch und haben



Abb. 1.

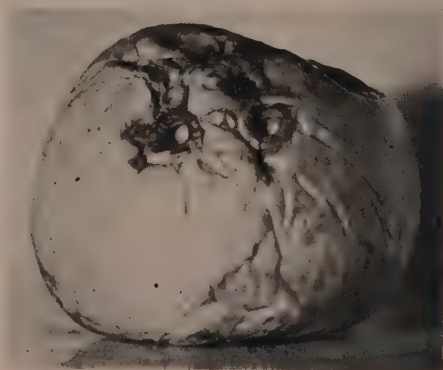


Abb. 2.

einen größten Durchmesser von 2—6 mm. Jede Öffnung ist umgeben von einer Zone stark verhärteten Schalengewebes, deren Breite nur einen Bruchteil des Öffnungsdurchmessers beträgt oder ihm annähernd gleichkommt oder, seltener, ihn noch übertrifft. Diese Zone ist manchmal lebhaft dunkelrot oder dunkelrotviolett gefärbt, auch bei andersfarbiger Umgebung. Meist hebt sie sich von ihrer Umgebung scharfrandig ab, sei es durch Erhöhung über diese, sei es durch erhöhte Lage in einer von ihr ausgefüllten Einsenkung der Schale, sodaß die Öffnung der Höhlung

¹⁾ Das Material verdanke ich der Beobachtungsgabe und dem Entgegenkommen des Herrn F. K. Münster in Bützow i. M. Für die freundliche Überlassung der photographischen Aufnahmen bin ich Herrn Dr. E. Reinmuth, dem Leiter der Hauptstelle für Pflanzenschutz in Rostock, zu großem Danke verpflichtet.

dann wie mit (oben abgeflachtem) Wall und Graben umgeben erscheint. Die Höhlung kann sich nach innen von der Öffnung etwas erweitern, wie es meistens der Fall ist, oder nur ganz flach schüsselförmig sein, sodaß ihr ganzes Inneres an der Oberfläche liegt (beide Fälle sind auf Abb. 2 vertreten). Die größte von mir beobachtete Tiefe betrug 6 mm und kam sowohl bei weiter wie bei enger Öffnung vor. Die Wände der Höhlen sind verkorkt und grau. Manche der Gebilde von besonders ausgeprägt kraterartigem oder schüsselförmigem Bau machten durch ihr plastisches Hervortreten aus der Schale und ihre Färbung einen fast gallenartigen Eindruck, sodaß auch vom Einsender zunächst von „Gallen oder gallenartigen Gebilden“ mit „unbekanntem“ Erreger geschrieben wurde, obwohl normaler *Argyresthia*-Fraß bekannt und z. T. an denselben Exemplaren vorhanden und von ihm als solcher angesprochen war.

Erst dieser Umstand, daß die meisten der wenigen mit den beschriebenen Höhlungen versehenen Äpfel auch typischen Apfelmottenfraß aufwiesen, während der weitest aus größte Teil der Ernte in jeder der beiden Hinsichten gesund war, legte die Vermutung nahe, daß die Apfelmotte der Urheber sei. Das wurde wahrscheinlicher, als außer den typischen winzigen Bohrlöchern der Made auch solche kleine und

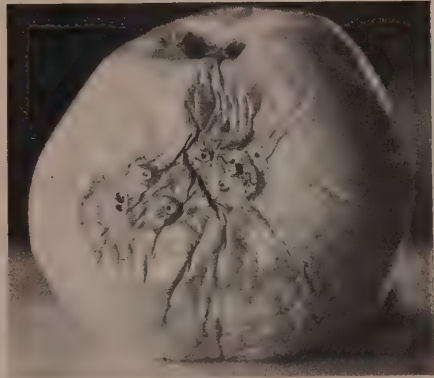


Abb. 3.

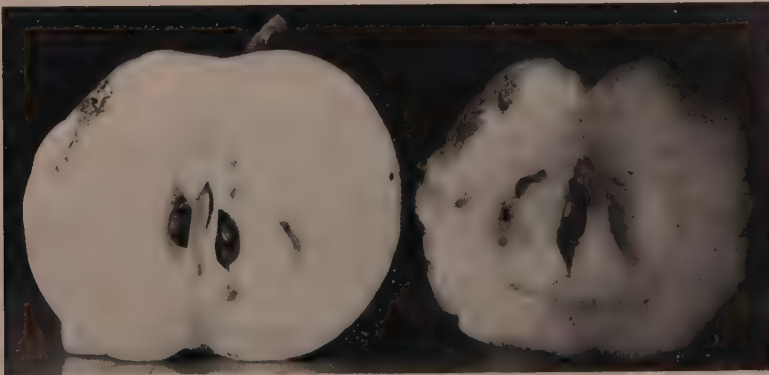


Abb. 4.

größere Löcher gefunden wurden, die hinsichtlich ihrer Größe und der Umfassung mit einer mehr oder weniger deutlichen harten Zone Über-

gangsformen zwischen normalen Löchern und jenen Höhlen darstellen. Diese Löcher setzten sich in mehr oder minder tiefgehende Gänge fort. Meist waren sie zu mehreren auf einem eingesunkenen Felde gehäuft, unter dem platzartiger Fraß mit Kot festzustellen war (Abb. 3 und 4). Ferner wurde zweimal eine größere Höhlung beobachtet, die zusammen mit einem bzw. zwei kleineren, mit Gespinst- und Kotresten behafteten Fraßlöchern in einer einzigen erhöhten, harten und rotviolett gefärbten Zone eingebettet lag (Abb. 5). Da sich dazu noch herausstellte, daß im Gegensatz zu den meisten Höhlungen einzelne wenige am Grunde ein kleines Loch zeigten oder sogar mit einem kurzen engen Gang ins Innere fortgesetzt waren (Abb. 6), erscheint es wohl nicht mehr zweifelhaft, daß Höhlen und Gänge von demselben Schädling herrühren. Es glückte, in einem der gewundenen Gänge des Inneren eine lebende Raupe von *Argyresthia conjugella* aufzufinden.



Abb. 5.



Abb. 6.

Vielleicht geht man mit der Annahme nicht fehl, daß die Höhlungen durch den ersten normalen Fraß der Räupchen an und unter der Schale (s. o.) und späteres Aufreißen der Schale entstanden sind. Vielleicht wurden die Tiere infolge zu später Belegung der Äpfel oder durch andere ungünstige Bedingungen zu vorzeitigem Auswandern veranlaßt. Dabei mag daran erinnert werden, daß die eigentliche Wirtspflanze die Eberesche ist und Äpfel nur bei Bedarf befallen zu werden scheinen. Durch den Fraß wurde der Apfel zur Bildung einer rundlichen Platte harten Wundgewebes gereizt, die die Wunde rings umgab und seitlich sowohl wie nach innen vom gesunden Gewebe absetzte, sodaß man solche Platten durch seitliches Ansetzen eines Skalpell leicht als Ganzes herausheben kann. Offenbar genügt zur Auslösung der genannten Wirkung schon ein geringer Reiz, denn es wurden derartige Wundplatten gefunden, die in der Mitte eine Stelle nur ganz oberflächlichen Fraßes zeigten.

Der Preis ist bei solcher Ausstattung ganz erstaunlich nieder gehalten. Nach eingehender botanischer Einleitung folgt die Beschreibung und Abbildung der Arten und Hybriden sowie der Formen, die häufig in der Literatur zitiert werden, aber heute nicht mehr in Kultur sind. Sodann folgt die Kultur im allgemeinen für die Blattbegonien, die immergrünen strauch- und halbstrauchartigen Arten und der Knollenbegonien, die Vermehrung der Begonien (die vegetative Vermehrung, die Aussaat); die Samenzucht, die Verwendung der Begonien im Wohnraum (geeignete Arten, Pflege im Wohnraum). Eingehend sind die Krankheiten geschildert, obwohl nur wenige von ihnen bedeutungsvoll erscheinen. Den Schluß bildet die Geschichte der Begonien, Zusammenstellung der Arten nach Nutzwert und Ziereigenschaften und Biographische Notizen.

D. R.

II. Krankheiten und Beschädigungen.

A. Physiologische Störungen.

2. Nicht infectiöse Störungen und Krankheiten.

Hiesch, P. Über das Auftreten der Pfropfenbildung und ihren Einfluß auf den Pflanzgutwert der Kartoffelknollen. Die Kartoffel, 1932, 12, 237—239.

Pfropfenbildung oder Korkkringigkeit trat in den Jahren 1928 und besonders 1929 in der Provinz Hannover in großem Maßstabe auf. Als Ursache müssen die abnormen Witterungsverhältnisse dieser Jahre mit sehr wenig Niederschlägen angesehen werden. Die Frühkartoffelsorten Erstling und Juli hatten besonders stark gelitten, dann folgten mit abnehmendem Grade Industrie, Parnassia, Preußen, Edeltraut und Gelkaragis. In Versuchen wurde festgestellt, daß Knollen mit Pfropfenbildung leicht faulen, daß infolge großer Wasserverluste während der Überwinterung auch die Keimkraft leidet. Im Feldbestand lag der Ertrag des Nachbaues korkringiger Kartoffeln 35% unter demjenigen gesunder Knollen. Indes ist die Pfropfenbildung auf den Nachbau nicht übertragbar.

Kattermann, Weihenstephan.

Schucht, F., Baetge, H. H. und Düker, M. Über bodenkundliche Aufnahmen im Rauchschadengebiet der Unterharzer Hüttenwerke Oker. Landw. Jahrb. Preußen, 1932, 76, 51—98.

Die Untersuchung zahlreicher Bodenproben aus dem obengenannten Gebiet, in welchem die Rauchgase seit 400 Jahren auf das Gelände einwirken, führte zu folgenden Hauptergebnissen: Unter dem Einfluß der schwefligen Säure findet eine nachweisbare Sulfatanreicherung auf der einen Seite und eine Entbasung auf der anderen Seite statt. Letztere tritt allerdings in vielen Fällen nicht hervor, weil Kulturmaßnahmen der Landwirtschaft diesen Vorgängen entgegenwirken (Pufferung durch Kalkdüngung). Auch die Bodenreaktion kann in unberührten, rauchbeeinflußten Böden etwas nach der sauren Seite hin verschoben werden. Im gleichen Sinne wie die schweflige Säure wirken sicher auch die im Laufe der Zeit ungeheuren Mengen Kohlensäure, die sich auf das untersuchte Gebiet niedergesenkt haben.

Metallbestimmungen ergaben die Anwesenheit von Cu, Pb, Zn und As, sowie von Cd in Spuren. Verfasser berechnen auf Grund ihrer Analysen, daß im Laufe der Zeit, welche die Hüttenwerke in Betrieb stehen, auf dem 15 qkm großen Rauchschadengebiet 914 t Zink, 632 t Arsen, 830 t Blei und 185 t Kupfer abgelagert worden sind. Mit Hilfe der bei der Metallbestimmung gewonnenen Werte läßt sich das Rauchschadengebiet kartographisch gut ab-

grenzen. Man kann 3 Zonen unterscheiden. In den ersten 1—1,5 km der Hüttenumgebung kommt überhaupt keine Vegetation auf. In der folgenden Zone, 1—2 km von den Hütten entfernt, leiden die Feldfrüchte noch sehr stark, in 3—3,5 km Entfernung sind manchmal schwache Schädigungen durch Rauchgase zu beobachten. Außerhalb der 3. Zone treten Rauchschäden nur vereinzelt auf. Die Metallverbindungen, die im Boden schwerlöslich festgelegt sind, verursachen keine Schädigungen. Ungünstig auf die Vegetation wirkt zweifellos die Entbasung der Böden und die damit verbundene Verarmung an Nährstoffen. Daß ein günstiger Kalkzustand die eben erwähnte Bodenschädigung weitgehend beseitigen kann, zeigen die Erfolge der Kalkdüngung.

Auf die Bedeutung bodenkundlicher Untersuchungen für eine Festlegung der Rauchschadengebiete auch in anderen Fällen wird besonders hingewiesen.

Kattermann, Weißenstephan.

B. Parasitäre Krankheiten verursacht durch Pflanzen.

1. Durch niedere Pflanzen.

c. Phycomyceten.

Böning, K. Das Schwarzwerden der Rettiche. Prakt. Bl. f. Pflanzenschutz und -bau, 1932/33, 10, 205—219.

Die Krankheit, die in Amerika als „black root“ bekannt ist, wird durch den Pilz *Aphanomyces raphani* Kendrick hervorgerufen, welcher sich im Anfangsstadium der Infektion in der Epidermis der Wurzel ansiedelt und sich von den Befallsstellen aus in der Querrichtung ausbreitet. Später entstehen Einbuchtungen und Einschnürungen. Charakteristisch ist auch eine erst graublaue, später blauschwarze Verfärbung der befallenen Partien. Gelegentlich durchwuchert der Pilz nur das Innere des Rettichs, während das äußere Gewebe unversehrt bleibt. Das Endresultat ist trockene oder nasse Fäulnis.

Auch Sämlinge werden befallen. Am Hypokotyl, an den Keimblättern, den Blattstielen und Blattspreiten entstehen dunkle Streifen und Strichelchen. Die Blätter verkrümmen sich und welken ab und unter Umständen kann das ganze Pflänzchen vergilben.

In der Mitteilung findet man weiter eine Beschreibung des Pilzes, Angaben über die Infektionsbedingungen und die Empfänglichkeit verschiedener Rettichsorten. Auch die Bekämpfung wird ausführlich behandelt.

Kattermann, Weißenstephan.

C. Beschädigungen und Erkrankungen durch Tiere.

1. Durch niedere Tiere.

d. Insekten.

Sprengel, L. Biologische und epidemiologische Untersuchungen als Grundlage für die Bekämpfung der Kirschfruchtfliege, *Rhagoletis cerasi* L. Die Gartenbauwissenschaft, 6. Bd., 1932, S. 541, 5 Abb.

Das in den letzten Jahren in Deutschland beobachtete Auftreten der Kirschfruchtfliege in bisher von ihr nicht gefährdeten Gegenden, der nicht mehr auf bestimmte Kirscharten beschränkte Befall, das ungeheure Ansteigen der Individuenzahl, der so bedingte bedeutende Ernteverlust (1931 in einigen Gegenden der Rheinpfalz etwa 50 %) und die Auswirkungen nicht nur auf den Kirschenabsatz im Inlande, sondern auch auf den Außenhandel machten eingehende biologische und epidemiologische Untersuchungen über den

Schädling und über die Möglichkeiten einer wirksamen und wirtschaftlichen Bekämpfung notwendig, zumal für deutsche Verhältnisse irgendwelche Feststellungen und Erfahrungen fehlten und die in Amerika gehandhabte, neuerdings auch von Italien übernommene Art der Bekämpfung für Deutschland aus verschiedenen Gründen nicht in Frage kommt.

1931 setzte der Flug der Kirschfruchtfliege in der Rheinpfalz am 18. Mai ein und dauerte bis 13. Juli. Während die Zahl der Männchen in dieser Zeit dauernd wechselte, stieg die Zahl der Weibchen bis zum 12. Juni an. Warmes und trockenes Wetter wirken fördernd, kühles und feuchtes Wetter hemmend auf die Flugstärke. Die Eiablage setzt erst geraume Zeit nach Beginn des Fluges ein. Entscheidend dafür ist dann schließlich der Entwicklungszustand der Frucht. Bis Anfang Juni erntereife Kirschen sind zum mindesten noch frei von Maden. Entwicklungsdauer der Maden etwa 3 Wochen. Für die noch in den geernteten Früchten enthaltenen fast ausgewachsenen Maden ist nach Verlassen der Frucht auch dann die Möglichkeit zur Verpuppung gegeben, wenn sie nicht in den Boden gelangen können. Dagegen erfahren noch jüngere Maden (etwa 2 Wochen alt) in diesem Falle keine Weiterentwicklung, sodaß mit ihnen eine Verschleppung des Schädlings nicht möglich ist.

In leichte Böden mit rauher Oberfläche dringen die Maden schneller ein als in feste und trockene Böden. Feuchte Böden sind für die Überwinterung von Puppen ungünstig, trockene, warme Böden am günstigsten.

Die Möglichkeiten einer wirksamen Bekämpfung der Kirschfliege wurde sowohl in Laboratoriumsversuchen nach den Stellwaag'schen Versuchsmethoden wie in Freilandversuchen unter Berücksichtigung staubförmiger und flüssiger Kontaktgifte und flüssiger Fraßgifte geprüft.

Im Laboratorium zeigten die staubförmigen Kontaktgifte die beste Wirkung, ihnen fast gleich in der Wirkung kamen die flüssigen Derris- und Pyrethrum-Mittel. Die Wirkung der mit Süßstoffen versetzten Fraßgifte trat zwar etwas langsamer ein, war aber doch auch befriedigend. Bei Freilandversuchen zeigten die staubförmigen Kontaktgifte (Nikotinstaub Pomona, Pyrethrumstaub, Polvo) besonders gute Wirkung. Auch die als Fraßgifte verwandten Fluorpräparate und Nikotinoleat haben bei Anwendung nach heißen, trockenen Tagen gute Erfolge gebracht. Da ein leichtes Übersprühen und Überstäuben des Laubes auf der Oberseite genügt, bei hohen Bäumen die Behandlung der größeren unteren Äste, ist die Bekämpfung leichter und billiger durchführbar als die anderer Schädlinge der Obstbäume.

Die Bekämpfung hat dann einzusetzen, wenn die Früchte den kritischen Entwicklungszustand erreicht haben, und ist mit zweimaliger Wiederholung in Zwischenräumen von je 4–6 Tagen durchzuführen. Auch benachbarte Wildkirschen und *Berberis*- und *Lonicera*-Sträucher sind mitzubehandeln, da auch sie als Nährpflanzen für die Kirschfliege in Frage kommen.

Gegen die im Boden vorhandenen Maden und Puppen haben sich chemische Präparate als nicht brauchbar erwiesen.

Möglichst frühzeitiges Ernten ist eine wichtige und wirkungsvolle Maßnahme. In einem Nachtrag wird noch kurz über die Stellungnahme des deutschen Pflanzenschutzdienstes zur Kirschfruchtfliegenbekämpfung und über Maßnahmen und Anordnungen des bayerischen Staatsministeriums des Innern, Abteilung Landwirtschaft, der Kreisregierungen und über Hilfs- und Organisationsmaßnahmen des bayerischen Landesverbandes für Obst- und Gartenbau, Nürnberg, für den Kampf gegen die Kirschfruchtfliege berichtet.

EIßmann.